



## INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification <sup>6</sup> :

A01D 34/03, B60G 21/00

A1

(11) International Publication Number:

WO 99/21406

(43) International Publication Date:

6 May 1999 (06.05.99)

(21) International Application Number: PCT/US98/22862

(22) International Filing Date: 28 October 1998 (28.10.98)

(30) Priority Data:

60/063,362	28 October 1997 (28.10.97)	US
09/119,818	21 July 1998 (21.07.98)	US

(71) Applicant: FERRIS INDUSTRIES, INC. [US/US]; P.O. Box 250, Munnsville, NY 13409 (US).

(72) Inventor: GORDON, Todd, B.; 6214 West Carter Road, Rome, NY 13440 (US).

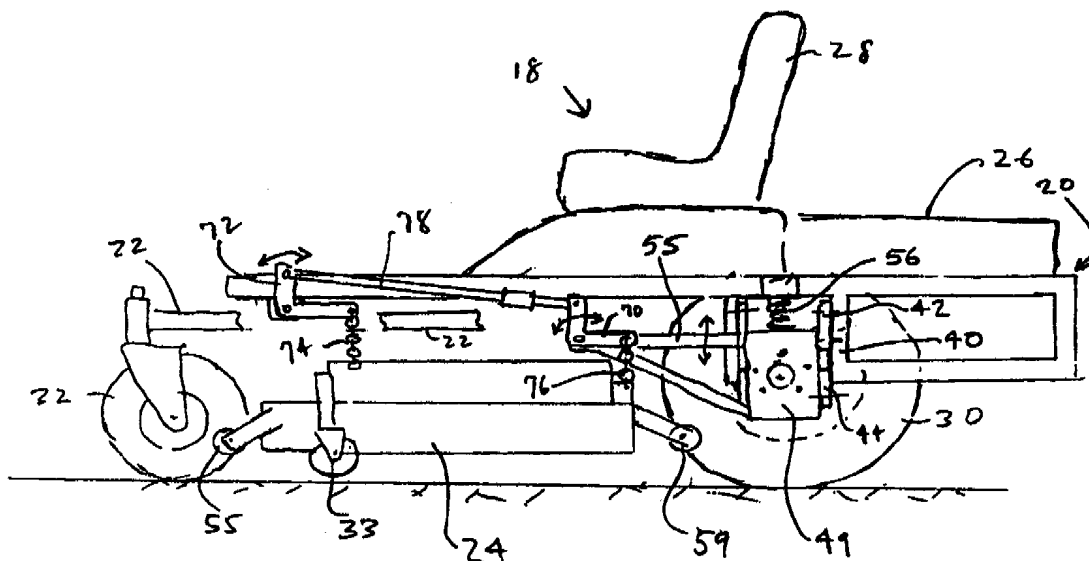
(74) Agent: BROWN, Michael, F.; Brown, Pinnisi &amp; Michaels, P.C., 400 M &amp; T Bank Building, 118 North Tioga Street, Ithaca, NY 14850-4343 (US).

(81) Designated States: AU, CA, JP, European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Published

With international search report.

(54) Title: LAWN MOWER HAVING INDEPENDENT DRIVE WHEEL SUSPENSION AND A MOVABLE CUTTER DECK COUPLED TO WHEEL MOTION



## (57) Abstract

A mower (18) has a pair of front castor wheels (22) and a pair of independently suspended rear drive wheels (30). Each drive wheel is mounted on the shaft of a separate drive motor which is fastened to motor mount (49). Each motor mount is connected to the chassis (22) by means of pivotable links (42, 44), to enable up and down wheel motion, respectively resisted and assisted by springs (56). The cutter deck (24) hangs from two front chain suspenders (74) and two rear suspenders (76). The upper ends of the suspender pairs are connected respectively to bell cranks (72, 70). Each rear bell crank (72) is mounted on bracket (55) which is attached to the motor mount (49). Thus, when any wheel (30) moves upwardly due to a rise in the earth surface, the adjacent rear corner of the cutter deck is lifted upwardly.

**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

LAWN MOWER HAVING INDEPENDENT DRIVE WHEEL SUSPENSION AND  
A MOVABLE CUTTER DECK COUPLED TO WHEEL MOTION

TECHNICAL FIELD

The present invention relates to lawn and garden machines, in particular, to lawn mowers.

BACKGROUND ART

In prior art lawn mower designs, the rider sits atop a four wheeled machine powered by an internal combustion engine. Blades contained within a cutter deck suspended from the machine cut grasses as the mower moves across a lawn or other turf. Commercial riding lawn mowers have various drive systems. Among them are transmission-steerable systems, wherein independent hydraulic motors drive the rear drive wheels, while the front wheels are freely pivotable casters. Directional control, or steering, is obtained by differently varying the speed of the two rear wheels. For such type of machines, it is important that good traction be sustained between the rear wheels and the earth surface, especially when the mower traverses a slope, since gravity tends to pivot the front of the mower downhill.

It is also important that any lawn mower maintain an evenness of grass cut. Cutter decks are typically either rigidly fixed to the underside of the mower, or they are suspended so they "float" -- that is, they hang at a fixed elevation, but move upwardly upon contact with a rise in the soil surface.

Lawn mowers are generally intended for use on lawns and other surfaces which are level or gently undulating. In most typical three and four wheel riding mowers heretofore, the wheels are directly fastened to the frame of the mower machine. However, then any vertical force or displacement on a wheel of the mower is transmitted directly to the frame (or chassis) of the machine. The frame of the mower will tilt and rise and fall according to the effects of one of the wheels. So, under certain conditions the chassis vertical motion will undesirably change the elevation of the cutter deck with respect to the lawn being cut. Another

undesirable effect of lifting or tilting of the mower chassis is loss of wheel traction which is critically important in transmission steerable machines. Lastly, bumpy up and down motion is discomforting to the operator.

In the prior art, designs have been employed to mitigate the adverse effects of lawn undulations. These include front and rear wheel axles which tilt about a center pivot. But, in such designs, when a wheel rises, the center pivot point and the whole end of the frame necessarily also rise, although to a lesser degree than when the wheel is fastened directly to a frame. Therefore, there is a continuing need for further improvements in suspension systems in self-propelled lawn mowers.

#### SUMMARY

An object of the invention is to provide lawn mowers with drive wheel and suspension system combinations which minimize unwanted motion of the mower chassis due to turning and to traversing bumps and unevenness. Another object of the invention is to improve the constancy of contact of mower drive wheels with the surface of the earth, when a mower traverses undulating surfaces, particularly in transmission-steered mowers. A still further object of the invention is to reduce the tendency of the cutter deck to scalp a lawn due to rolling of the mower chassis.

In accordance with invention a lawn mower has a cutter deck, a prime mover, one or more wheels at one end of the mower chassis, and a pair of drive wheels at the other chassis end powered by the prime mover. Each drive wheel is part of a drive wheel assembly, attached to either side of the chassis by suspension means which comprise a spring. The suspension means enables each drive wheel to move vertically up and down, respectively with and against force exerted by the spring, independently of the movement of the opposing drive wheel. In the generality of the invention, either the front wheels or rear wheels of a mower may be the driven wheels. In one embodiment, the mower has two front wheels and two rear wheels and the cutter deck hangs between them; each rear drive wheel is part of an assembly comprising a motor independently driven by the prime mover, and the mower is steered by varying the relative speed of the opposing drive wheels. In another embodiment, the four wheel mower has front drive wheels and conventional steerable rear wheels; and, the cutter deck is cantilevered from the front end of the machine.

In further accord with the invention, the suspension means for a mower is comprised of upper and lower link assemblies which are pivotably mounted at inner ends to the chassis and at the outer ends to the wheel assembly. In one embodiment, the lengths of the upper links and the lower links are equal, and they run parallel. In another embodiment, the links are not parallel, and the lower links are longer than the upper links, preferably to an extent which makes the roll center of the machine lie at the same elevation from the earth surface as the center of gravity of the machine. In another embodiment, the spring of the suspension system is pre-compressed when the machine is static, to thereby lessen the change in elevation of the chassis due to the operator mounting and dismounting the machine.

In further accord with the invention, a lawn mower cutter deck is suspended from a mower chassis so that a portion thereof is lifted in response to the upward motion of a nearby wheel, relative to the chassis. More particularly, a mower has opposing wheel assemblies at the front or rear, or both ends, which wheel assemblies comprise wheels which are spring suspended from the chassis. In one embodiment, one end of the cutter deck is suspended by chains or other like suspenders from the chassis; the other end is suspended from lifting brackets which are integral with the wheel mounts of the spring suspended wheel assemblies. In another embodiment, both front and rear ends of the cutter deck are suspended from the chassis. Suspenders run from brackets attached to the wheel assemblies, superceding the support of the front or rear suspenders, and lifting the cutter deck with upward wheel motion.

The wheel-motion coupled cutter deck is applied to different types of lawn mowers. In one type, the cutter deck is suspended between the front and rear wheels. The front wheels are freely pivotable caster wheels, mounted at outer ends of a transverse pivotable member, preferably a pivoting subframe; and, the rear wheels are independently suspended, and independently driven to steer the mower. In another type, the front wheels are independently suspended and driven by a transmission. The rear wheels are steerable. The cutter deck is mounted beneath a cantilever subframe at the front end of the mower. The front end of the deck is suspended from the subframe. The opposing sides of the rear end of the deck are connected with the front wheel assemblies by suspenders, so the rear end of the deck moves upwardly with upward motion of the front wheels relative to the chassis.

The invention reduces the amount of vertical motion of the chassis,

for example when the mower traverses uneven ground and one or both drive wheels rise or fall. As a result there is less vertical motion induced into the cutter deck. There is better contact of the drive wheels with the surface when traversing undulations, for transmission steerable machines directional control of under adverse conditions is improved. When either the maneuvers of the mower or the unevenness of the surface being mowed induce chassis motion, a resultant effect on the deck which would tend to make it scalp the turf is reduced.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWING

Fig. 1 is a semi-schematic perspective view of a lawn mower having a cutter deck and pivoting front wheel subchassis.

Fig. 2 is a skeletal view of the mower of Fig. 1, showing the chassis and front wheel subframe.

Fig. 3 is an exploded view of a wheel assembly.

Fig. 4 shows the rear part of a chassis, a left-side suspension system comprised of equal length upper and lower link pairs and a coil spring, and the motor mount of a wheel assembly.

Fig. 5 is a view of some of the components shown in Fig. 4.

Fig. 6 shows details of the motor and hub of a wheel assembly, and their connection to the suspension system.

Fig. 7 is an elevation view from the rear end of a chassis like that shown in Fig. 2, where a suspension system has equal length upper and lower links, and shows the relation between the roll center and the center of gravity.

Fig. 8 is a view like Fig. 7, showing a suspension system where the lower link pair length is greater than the upper link pair length, and where the roll center is at substantially the same elevation as the center of gravity.

Fig. 9 is view like Fig. 6, showing a partial section elevation view of a motor, coil spring, and rod and nut combination, for providing a pre-compression to the spring.

Fig. 10 is a view like that of Fig. 5, showing an alternate embodiment suspension system comprising two struts which support a journaled motor mount.

Fig. 11 shows a plan view of a one piece link.

Fig. 12 is a part-sectional rearward looking elevation view of portions of the mower shown in Fig. 1, showing portions of the left rear drive wheel assembly and link type suspension system.

Fig. 13 is a perspective view of a portion of a mower, deck, wheel assembly, and suspension system, where a lifting bracket and chain lifts the rear part of the deck in response to upward wheel motion.

Fig. 14 shows a front wheel drive conventionally steered mower having a front-cantilever cutter deck.

Fig. 15 shows a portion of the steerable rear wheel mechanism and suspension for the Fig. 14 mower.

Fig. 16 is a side elevation view of a mower having a cutter deck hanging from bell cranks, the rear ones of which are mounted on lifting brackets attached to the opposing side wheel assemblies.

Fig. 17 is a perspective view of a deck supported by six chains, two of which connect to brackets mounted off wheel assemblies.

Fig. 18 is an elevation view from the rear of a mower showing a one-piece spring suspended axle.

Fig. 19 is an elevation view from the rear of a mower, like Fig. 7, showing a pivoting one-piece axle with spring-centering.

Fig. 20 is a side view of a fragment of a mower showing how a cutter deck is lifted by means of a cable connected to the motor mount of a wheel assembly.

Fig. 21 is a side elevation view of a front wheel drive mower having a deck cantilever-mounted from the front of the mower.

## MODES FOR CARRYING OUT THE INVENTION

The invention is described in terms of its application to a 4-wheel transmission steerable mowing machine. Fig. 1 semi-schematically shows a riding lawn mower 18. Fig. 2 shows the same mower with certain parts removed, to expose the chassis configuration. The mower is comprised of a chassis 20 which carries a prime mover 26, an operator seat 28, and a cutter deck 24. The prime mover is a combination of gasoline internal combustion engine coupled to a hydraulic pump. Fluid from the pump is piped to the separate hydraulic motors which turn each rear wheel. The operator sits on the seat 28, atop the chassis.

Rear drive wheels 30 are mounted on opposing sides of the rear end of the chassis, by a suspension system described below. Each rear wheel is independently rotated in forward or reverse by a hydraulic motor powered by the hydraulic pump. Manipulation of control arms 29 varies the hydraulic fluid flow to each motor. The operator obtains directional control, or steering, of the mower by varying the relative speed of the two rear wheels.

The front end of the chassis is comprised of a subframe (or subchassis) 22 attached at two spaced apart pivot points 34, 36. The subframe pivots about a longitudinal centerline 31 of the mower. Two free-pivoting front caster wheels 32 are attached on opposing sides of the front end of the subframe. A pivoting axle, mounted on the chassis at point 34, may alternately be used. Stated generally, the preferred front end structure of the chassis comprises a pivoting transverse member at the ends of which are mounted wheels. The pivoting front axle or subframe minimizes twisting and lifting of one side of the chassis which otherwise would occur when one front wheel rises or falls, and the to which chassis lifting or twisting will tend to lift a rear drive wheel from the earth surface. Less preferably, a rigid front axle may be used.

A floating cutter deck 24 is mounted beneath the chassis between the front and rear wheels of the mower. The deck is suspended by adjustable length chains or other hangers which limit the downward motion of the deck, yet allow the deck to move vertically, such as when the wheels or other parts on the underside of the deck encounter a rise in the earth surface during mowing. The deck suspension is described further below.

The chassis 20 is made of square steel tubing. The rear end of the chassis is comprised of a U-shaped upper member 36 and a like lower member



38. Struts 40 connect the upper and lower members where the rear wheel assemblies are suspended from the chassis. See Fig. 4.

Each rear wheel is part of a wheel assembly which is connected to the chassis by a suspension system. The exploded view of Fig. 3 shows components of the wheel assembly, namely motor 82 which bolts to motor mount 49, hub 101 which mounts on the shaft 45 of the motor, wheel 30 which bolts onto hub 101, and spring 56 which bears on the motor. An unshown fitting is attached to the motor casing to locate the bottom end of the spring.

Parts of the rear end of the mower and a preferred suspension system are shown in Fig. 4. The left side of the mower is typical of the right side. Reference should also be made to Fig. 5-7 and 12. The preferred suspension system is comprised of an upper link assembly and a lower link assembly and a coil compression spring. The upper assembly comprises a pair of links 42, and the lower assembly comprises a pair of links 44, all pivotably mounted at their inner ends off struts 40 at respective pivot points 52, 48. Each upper set of links 42 and lower set of links 44 run parallel, outwardly and downwardly, from the chassis, to pivotably connect respectively to the top and bottom of motor mount 49.

The motor mount of the wheel assembly, and thus the wheel assembly as a whole, is pivot pin-connected to the suspension system, as shown. Each suspension system also comprises a wire coil spring 56 which exerts a downward vertical force on the motor, and thus the wheel assembly, by virtue of being captured between the motor 82 and the spring bracket 66 which is joined to the upper member of the chassis. See Figs. 4 and 12. Thus, a static or dynamic load applied to a rear corner of the chassis will compress the spring, and cause the links and wheel assembly at the corner to move upwardly relative to the chassis. A lesser load, as when a wheel crosses a depression in the earth surface, results in opposite effects. While a steel wire coil compression spring is preferred, other resilient-acting devices may be used in substitution, including other types of metal and non-metal springs, pneumatic springs or air cushions, etc. In the claimed invention, the term "spring" is intended to encompass such generality of devices.

In one suspension system configuration, shown in Fig. 7, the upper and lower links are of equal length. (A reference herein to the length of a link is a reference to the length between the pivot point connections of the links.) Fig. 7 is a fragmentary partial-cutaway elevation view of the

rear end of the chassis, suspension system, and wheel assembly. The wheel is shown in phantom cross section. The Figure illustrates how the elevation of the roll center R which is characteristic of the rear suspension system relates to elevation of the center of gravity (or mass) CG of the whole machine, for the equal-length link suspension. In a typical commercial transmission steered mower, the center of gravity will be about 50 cm off the surface of the earth, varying with the fuel and operator weight. In the Fig. 7 configuration of suspension, the roll center is significantly lower in elevation than the center of gravity. A roll center is an imaginary point about which a mower with movable suspension system elements tends to roll, when subjected to lateral forces. The roll axis of the mower runs through the roll centers of the front and rear suspension systems. How the roll center is determined is briefly described below.

Another suspension embodiment is shown in Fig. 8 which is analogous to Fig. 7. The upper links 42A are unequal in length to the lower links 44A; and, the links are of such dimension and orientation, that the roll axis R substantially coincides in elevation with the center of gravity CG. This configuration produces minimal tendency for the vehicle to roll during turns. Roll center R is at the intersection of the lower phantom line 63 and the upper phantom line 65. Line 65 runs through the pivot points of the upper links. Line 63 runs through the lower link pivot points. Line 67 runs from the center of ground contact 100 which the wheel 30 makes with the surface of the earth 61 to the convergence point of the lines 63, 65. (In Fig. 7, for parallel links, such point is at infinity.) Where the line 67 crosses the vertical mid-plane CP of the system is the roll center. Thus, when mowing and turning, a mower with Fig. 8 suspension will rock little; and, the mower deck will be kept essentially horizontal and at constant elevation with respect to the surface being mowed. While having the roll center and the center of gravity substantially coincide in elevation is in one sense the optimal design, as compromise, less optimal choices of length link can be used.

Reference is made again to the equal link length suspension assembly shown in Fig. 7. The equal-length configuration provides a less desirable relationship of roll center to center of gravity, in that the roll center R is significantly below the center of gravity CG. This means that the vehicle can tend to sway or rock to the side when turning. Sway bars, also called anti-sway and anti-roll bars, are optionally added to the equal length suspension to inhibit swaying of the mower in turns. Typically, such bars are torsion bars or other elastic structures which,

when one wheel moves closer to the chassis, resist such motion with a force -- the reaction to which is applied to the opposing wheel. Notwithstanding its disadvantageous tendency to roll, the Fig. 7 equal-length link suspension system provides better vehicle ride and absorption of bumps, compared to the unequal link suspension. It also minimizes the lateral motion of the wheels when the load changes, as when an operator mounts and dismounts the mower, or when there is a change in vertical momentum of the mower and operator due to the mower traversing uneven ground. In the Fig. 7 embodiment, the parallelogram form of the upper link, strut, lower link, and motor mount, means a wheel moves vertically without change in camber. It is preferred to use a pair of links to make the upper and lower link assemblies, as have been described, inasmuch as such is an efficient design to accommodate the coil spring and motor. But, other connecting structures which achieve the same purpose may be used. For instance, as shown in Fig. 11, a link assembly may be comprised of a solid link member 109 with four journals 113, for mounting on pins at pivot points. The term link assembly should thus be understood to encompass a one piece upper or lower link, multiple upper and lower links, and other structures which function in a manner similar to those described in the preferred link assembly embodiment.

Fig. 10 shows an alternate embodiment of independent rear suspension system where vertical motion is obtained by having the motor block slide up and down on guides. In this embodiment, the motor mount 82 has two opposing journals 84 which are slidably mounted on spaced apart parallel cylindrical struts 86. The struts 86 are fixedly mounted on the chassis 20 by mounting brackets 92, 94. Circumscribing the struts 86 are wire coil springs 96. Thus, in use, the mower chassis is supported by the coil springs pressing against the motor mount. In the Fig. 10 construction there is no lateral motion and no camber of the wheel when it moves up and down. Other substitutional suspension mechanisms may be used, including the so-called MacPherson strut.

The weight of the operator of the vehicle, and thus in large measure the weight supported by the rear wheels, may vary by 40 kilograms or more. Thus, as shown in Fig. 9, means may be provided for pre-compressing the suspension spring, to thereby lessen the change in elevation of the chassis due to an operator mounting and dismounting the mower. A threaded guide rod 104 is pivotably attached to the motor. The rod runs freely through a hole in bracket 66 and is able to move up and down with the motor 82. Nut 106 is used to draw the rod through the bracket, thereby compressing the spring 56.

Fig. 14 shows a front wheel drive, rear-wheel steered, mower 107 with a front-cantilever cutter deck 124. The enclosed chassis 111 contains the prime mover and other mechanisms. The operator sits on seat 126 and by means of steering wheel 128 turns the rear wheels 130 to control mower travel direction. The prime mover rotates the front drive wheels 112, typically through a transmission-differential type drive system. A deck frame 120 is pivotably cantilevered off the front of the chassis at pivot point 118. Caster wheels 122 support the front or cantilever end of the frame on the earth surface. The cutter deck 124 hangs by four chains 114, 116 from the frame 120, which four chains can be fitted with means for the operator to raise and lower the deck relative to the frame, to determine the basic cutting height of the deck. The rearmost chains 116 can be coupled the motion of wheels 112 as described below in connection with Fig. 21. The drive wheels 112 are rotated by rotary shafts of the transmission system, rather than by independent motors. Each front wheel 112 is part of a wheel assembly, and each wheel assembly suspension system is comprised of a spring and equal length link assemblies, like those described for the rear drive wheels of mower 18.

Preferably, the rear steering wheels are also spring mounted. Fig. 15 illustrates the essential elements of one of the two rear wheel systems of the Fig. 14 machine. Wheel 130 is mounted on a bearing at the end of bent swivel-pin 136 which is journaled in sleeve 134. The sleeve is welded to the outer end of pivoting stub axle 132. The stub axle pivots off the chassis 111 which is only schematically illustrated. For changing the travel direction of the wheel, the top of the swivel pin is rotated by unshown mechanisms which run to the steering wheel 128.

With the independent suspensions of the types described above, there is no rigid mechanical connection between the motion of one wheel with that of an opposing wheel. If one wheel encounters a rise or depression, it will move against or with the spring force. This either results in a substantial decrease in chassis vertical motion, or even no appreciable motion, compared to chassis motion which occurs in older suspension systems. When both wheels rise or fall simultaneously due to a large bump or depression, there is no inherent vertical motion of the chassis, as there is with the pivotable axle or a fixedly mounted axle. Of course, whether the chassis rises or falls in such an instance is a function of the size of the disturbance and the sprung and unsprung weights of the mower. Small irregularities rapidly traversed will tend to produce minimum chassis motion. In the independent suspension system comprising

equal length links there is slight lateral wheel motion but no inherent change in camber, in contrast to a pivoting axle suspension and an unequal link length suspension. It is undesirable to have the wheel move in lateral directions because such motion can damage the surface of a lawn.

With the invention, vertical motion of the chassis is decreased along with undesirable vertical motion of the cutter deck. The effects of bumps are minimized, and frictional wheel contact with the surface is improved.

For types of mowers which have front drive wheels and unpowered rear wheels, the invention will be in general useful, as the Fig. 14 example shows. Thus, reference to front and rear parts of a mower should not be construed as limiting. Likewise, while the preferred mower has the cutter deck mounted between the front and rear wheels, the invention will also be applicable to mowers where the cutter deck is cantilever suspended from the chassis so that it is forward or rearward of the front or rear wheels, respectively. The invention herein may be applied to vehicles having more or fewer than four wheels and to vehicles designed so the operator can walk at the rear, or ride behind on a sulky, or otherwise guide the machine.

With reference again to Fig. 1, the particular cutter deck of mower 18 is a floating deck. Familiar in the art, a floating cutter deck comprises a deck which hangs from the chassis by suspenders, in particular, chains, links, or other like means. The deck elevation is pre-set so it hangs under gravity force at an adjustable limit distance from the chassis, which distance determines the elevation at which the blades will cut vegetation when the mower is traversing a horizontal plane. The deck is vertically movable upwardly toward the chassis in response to a vertical force on the deck, as from ground contact or other lifting force.

Referring to Fig. 1 and 16, the cutter deck of the invention has adjustable wheels 33 on either side of the front end, a roller 55 at the front end, and a roller 59 at the rear end. The wheels and rollers are adapted to contact the surface being mowed as the mower passes over certain surface bumps and the like, and thereby exert an upward vertical force on the cutter deck.

Rolling of a lawn mower chassis is induced under certain situations. Among them are: (a) when the mower changes direction while traveling forward, and centrifugal force acts laterally at the center of gravity of

the machine; (b) when the mower traverses a slope, and the gravitational force vector shifts direction relative to the plane of the mower wheel tread; and, (c) when the mower travels over a surface undulation, lifting or lowering one or both wheels on one side, thereby rotating the mower chassis in space.

Most mowers use wheels that are rigidly connected to the chassis. Therefore, in those, the chassis cannot roll relative to the wheels and there is no rolling of the types (a) and (b) in the preceeding paragraph. Another class of mowers has a pivoting front or rear axle at one end, and an opposing-end axle rigidly attached to the chassis. In those, the rigidly attached axle may mostly limit the chassis roll which the pivoting axle otherwise permits, to the extent the chassis is sufficiently rigid. The independent rear wheel suspension system described for the mower 18 beneficially minimizes any rolling of the machine when a wheel passes over certain smaller bumps and depressions -- type (c) rolling. The pivoting subframe at the front end similarly aids in avoiding such kind of rolling. Nonetheless, larger bumps and depressions can induce rolling.

And, because the roll center of mower 18, with the equal-length upper and lower links, is lower than the center of gravity, it is prone to rolling of types (a) and (b). If the cutter deck of the mower 18 was solely suspended from the chassis, rolling may adversely affect the essential mower function: cutting grass to an even height. In particular, when the chassis rolls and one chassis side moves closer to the earth surface, the suspended cutter deck also moves closer to the surface. The mower 18 is an example of but one mower construction and, as suggested above, rolling can and does occur in other types of mower constructions.

Thus, in the invention, the motion of the cutter deck is coupled to the motion of a spring-suspended wheel relative to the chassis, to lessen change in elevation of the deck relative to the surface being mowed when the chassis rolls. When the chassis moves closer to the earth due to action of the suspension system, the deck is raised closer to the chassis, preferably directly proportionally.

In one embodiment of the invention shown in Fig. 16, the left side of the deck 24 hangs by suspender chains 74, 76 attached at their upper ends to front bell crank 72 and rear bell crank 70, respectively. The angled bell cranks 74, 76 are pivotably mounted, and coupled in rotary motion by adjustable length rod 78, so rotation of a bell crank raises or lowers the deck. There is a corresponding set of bell cranks, chains and mechanism

on the opposing right side of the mower. Typically, bell crank sets on each side are coupled to each other. Thus, the operator can simultaneously rotate all the bell cranks (by a cable or lever, or other common means, not shown), to select the predetermined or preset elevation at which the deck ordinarily hangs; and, to thus set the basic height to which grass will be cut. In a typical floating deck the predetermined elevation will be set so the deck wheels and rollers will be somewhat above the earth surface, as shown in Fig. 16. When a sufficiently high bump is encountered, part or all of the deck will be thrust upwardly above the preset elevation by force exerted through contact with the earth of the wheels and rollers. One or more of the chains 74, 76 will be made slack.

As shown in Fig. 16, the front bell cranks 72 are pivotably mounted on the upper member of the chassis 20. On each side of the mower, rear bell crank 70 is mounted on a triangle shape lifting bracket 55 which is bolted to the motor mount 49 and thus becomes an integral part of the wheel assembly. Thus, when wheel 30 and motor mount 49 move vertically up relative to the chassis, the adjacent rear portion of the deck is likewise moved upward relative to the chassis, by force transmitted by suspender 76. If the rear bell cranks 70 were instead mounted on the chassis, as in the prior art, when a rear wheel moved upward, the deck would move closer to the earth and undesirably cut too close, or scalp, the earth surface.

In another embodiment of the invention, six suspenders act on the cutter deck. See Fig. 13 and 17. Four chains, two front chains 85 and two rear chains 86, suspend the deck in a conventional mode, using pivotable bell cranks for elevation adjustment, like the system described above. All four chains 85, 86 connect to bell cranks which are mounted on the chassis, and are called in this embodiment "hanging suspenders". On each side of the mower, a lifting suspender, chain 57, connects the nearby rear deck portion to a lifting bracket 55 which is integral with the wheel mount 49 and wheel assembly. Thus, when a drive wheel moves upwardly, the chain 57 is tensioned and the rear corner portion of the deck is raised, making adjacent chain 86 slack. When the wheel moves down, the deck will fall under gravity if it is above its preset elevation. If the deck is at the preset elevation, or reaches it, and the wheel moves down, the chain 57 becomes slack, since the downward motion of the deck is limited by the chain 86. A bell crank or another common adjustment means may be employed for chain 57, so its length may be changed to accommodate different preset deck elevations.

Other suspenders can be substituted for chains, in flexibly hanging the deck from the chassis or connecting the deck to the wheel assembly. For instance, cables, slides, slotted links, and the like may be used. As used herein, the term suspender refers to an element which transmits tension force and negligible compression force. Since the deck is rigid, when a suspender lifts a portion of the deck to which it is attached, there are other effects. Typically, in the invention the deck has a width greater than its length; and likewise the side-to-side distances between suspenders is greater than the front-to-back distances. Thus, when the rear corner of a deck is lifted, the front corner on the same side will also be desirably lifted -- compared to the undesired alternative of lifting the opposing side of the rear end of the deck.

In both the Fig. 16 and 13 embodiments, the lifting bracket becomes an integral part of the wheel assembly, simply extending its dimension conveniently forward so it is over the deck; so, the deck is essentially connected to the wheel assembly. While it is preferred to use the simple mechanical bracket and suspender shown in Fig. 13 and 17, other means may be employed for making the motion of a portion of the cutter deck respond in sense with the vertical movement of a wheel. For example, as illustrated by Fig. 20, a cable 226 runs from the motor bracket 49, around pulleys 230 and 228 (mounted on chassis 20) to the deck 24. As another example, an electromechanical displacement sensor is mounted on the chassis to sense wheel assembly upward motion and provide a signal to a control system, whereupon a hydraulic or electromechanical servomotor mounted on the chassis and connected to the deck is commanded by the control system to move the deck vertically up in response to the sensor signal. While the preferred practice of the invention is to use the simple direct connection between the wheel assembly and the cutter deck, so the lift of the deck is directly proportional to the wheel motion, non-proportional connections may be contemplated within the embodiment variations just mentioned.

The present invention also will be useful with other mowers having different wheel assembly and spring suspension systems from the preferred independent suspension mower 18 embodiment. For example, as illustrated by the rear-end view of Fig. 18, a mower has a one-piece beam, or rigid, rear axle 102 (which axle can comprise drive train components, such as is the case with a transaxle) at the ends of which there are hubs on which wheels 30 mount. The axle is suspended from the chassis 20 by springs 104 at opposing ends of the axle. Arms and other link type mechanism which



keep the axle in axial and lateral position beneath the chassis are omitted for simplicity. Leaf springs may be substituted for the coil springs shown. And, a single spring running transversely, or along the axle length, may be substituted for the individual springs. In the Fig. 18 embodiment, wheels 30 are each spring suspended and go up and down relative to the chassis when the mower encounters undulations. The chassis is able to roll in the same manner as described above for mower 18, assuming a rigid front end axle which does not prevent such. Therefore, in the Fig. 18 embodiment, the cutter deck will be mounted beneath the mower in a similar fashion to that described above for mower 18, so the rear portions of the deck are linked to the outer ends of the axle, and so upward motion of a wheel relative to the chassis modulates the elevation of the adjacent portion of the deck.

In another example, the wheels are attached to the outer ends of a center-pivotable rigid rear axle, as shown in Fig. 19. Similarly to the pivotable front axle previously described, the Fig. 19 axle 106 (which may be a transaxle) mounts at pivot point 107 on chassis 20. Coil springs 108 at either end resist pivoting motion and "self-center" the axle to its rest position. The chassis of the Fig. 19 mower is able to roll, again assuming the opposing end axle and chassis stiffness permit. The invention is applied in the same manner as discussed, for Fig. 18 and generally above.

The preferred embodiment has been described in terms of a mower which has rear drive wheels, but the invention is equally well applied to a mower which has front drive wheels, and to mowers where the cutter deck is mounted outwardly from the front or rear of the mower. The invention can also be applied to mowing machines where the cutter deck is in part "ground following" rather than "floating"; that is, where one end, typically the front end, of the deck has wheels which are constantly in contact with the lawn being mowed, so the deck front end goes up and down with the up and down of the terrain.

Fig. 21 shows the deck-coupling invention applied to mower 111, which is shown without such in Fig. 14. As mentioned, drive wheels 112 at the front end of the mower are spring suspended in one of the several ways. The cutter deck 124 is suspended by four chains 114, 116. The subframe pivotably cantilevers from the front end of the mower from hidden pivot points 118 and has caster wheels 122 at the front. See Fig. 14. For simplicity, the bell crank system which customarily is employed for presetting the vertical elevation is omitted from the drawings. Front

chains 114 connect the cutter deck front end to the subframe. Thus, the front end of subframe and deck rise and fall as the wheels 122 rise and fall due to uneven terrain. The rear end of the subframe rises and falls with the motion of the chassis. Therefore, in this aspect of the invention, a lifting bracket 218 mounts off the spring-suspended wheel assembly on each side of the mower; and, chains 116 connect the opposing sides of the rear end of the deck to the respective opposing side brackets, to thereby induce the desired motion in the deck characteristic of the invention.

Generally, the invention is described in terms the wheels, which are spring suspended for up and down motion relative to the chassis, being drive wheels. The invention will also be applied to mowers where the spring suspended wheels are non-drive wheels. In a mower where all the front and rear wheels are spring suspended for vertical motion, the invention may be applied so both the front and rear portions of the deck are respectively connected to the front and rear wheel assemblies. While coil springs have been mostly described, torsion bars and other resilient devices (e.g., air bags, air cylinders, etc.) may be used instead of coil springs. While mowers having four wheels, spaced apart at front and rear have been described, the invention can be applied to machines which have essentially a tricycle arrangement. It will be understood that (dual or more) wheels may be may be used where single wheels have been referred to.

## CLAIMS

## 1. A lawn mower comprising:

a chassis having a first end and a second end, and wheels connected to each end for supporting the mower on a lawn surface;

a cutter deck having opposing sides and a first end and second end, each end corresponding in orientation with the respective ends of the chassis;

means for suspending said cutter deck at a predetermined elevation relative to the chassis, wherein a portion of said cutter deck ends is vertically movable upward and downward above said predetermined elevation in response to an upward force or downward force;

means for suspending wheel assemblies, on opposing sides of the first end of the chassis;

two first wheel assemblies, each wheel assembly comprised of a wheel and connected to the chassis by a wheel assembly suspension means, wherein the wheel and another portion of the wheel assembly are vertically movable up and down relative to the chassis; characterized by

means for lifting said portion of the cutter deck end by applying an upward force thereto in response to upward movement of at least one of the wheels of said first wheel assemblies.

2. The lawn mower of claim 1 wherein said means for lifting comprises a lifting bracket attached to each first wheel assembly; and, a suspender connecting said cutter deck portion and each said lifting bracket.

3. The lawn mower of claim 1 wherein the first end and second end are respectively the rear end and front end of the lawn mower; wherein said first wheel assemblies are drive wheels; and wherein the cutter deck is suspended between the front and rear ends of the lawn mower.

4. The lawn mower of claim 1 wherein the wheels of the first wheel assemblies are independently suspended drive wheels; each drive wheel

assembly connected to the chassis by means of a spring, so each drive wheel moves vertically up and down relative to the chassis, respectively against and with force exerted by a spring, independently of movement of the opposing drive wheel.

5. The lawn mower of claim 1 further characterized by means for suspending which comprises a transverse member attached to the first end of the chassis at a pivot point, the member pivoting about a longitudinal centerline of the mower; said first wheel assemblies mounted at opposing ends of the member; so that when the wheel of one first wheel assembly moves vertically up and down relative to the chassis, the wheel of the opposing first wheel assembly moves in the opposite direction.

6. The lawn mower of claim 1 wherein the second end and first end of the cutter deck are suspended from the chassis by hanging suspenders; and, wherein, the means for lifting comprises additional lifting suspenders connecting said portion of each first wheel assembly with an adjacent part of the first end of the cutter deck.

7. The lawn mower of claim 1 wherein each said wheel assembly suspension means comprises an upper link assembly and a lower link assembly vertically spaced apart therefrom; each link assembly pivotably connected at an inner end to a pivot point on the chassis and pivotably connected at an outer end to a pivot point on the wheel assembly.

8. A lawn mower comprising:

a chassis having a first end and a second end, each end having wheels respectively connected thereto, to enable movement of the mower over the surface of a lawn;

a prime mover, mounted on the chassis;

a cutter deck, hanging at an elevation above said lawn surface;

wheel assembly suspension means, attached to opposing sides of the chassis at said first end; characterized by

two drive wheel assemblies, each comprising a drive wheel connected to an opposing side of said first end of the chassis by one of said wheel assembly suspension means; wherein, each suspension means comprises a spring, wherein each drive wheel moves vertically up and down relative to the chassis, respectively against and with force exerted by the spring, independently of movement of the opposing side wheel.

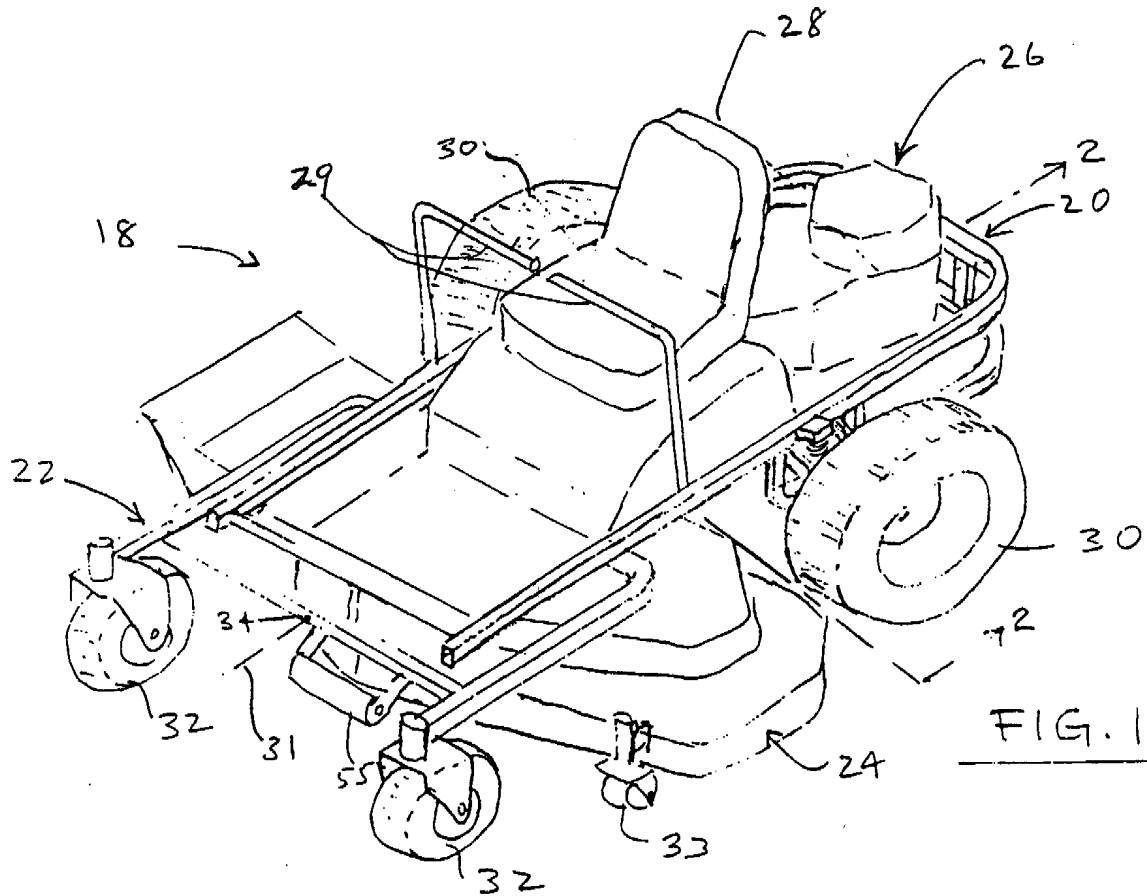
9. The lawn mower of claim 8 characterized by each wheel assembly suspension means comprising an upper link assembly, a lower link assembly; each link assembly comprised of at least one link pivotably connected at an inner end to a pivot point on the chassis and pivotably connected at an outer end to a pivot point on the wheel assembly; wherein the spring urges the link assemblies vertically downward.

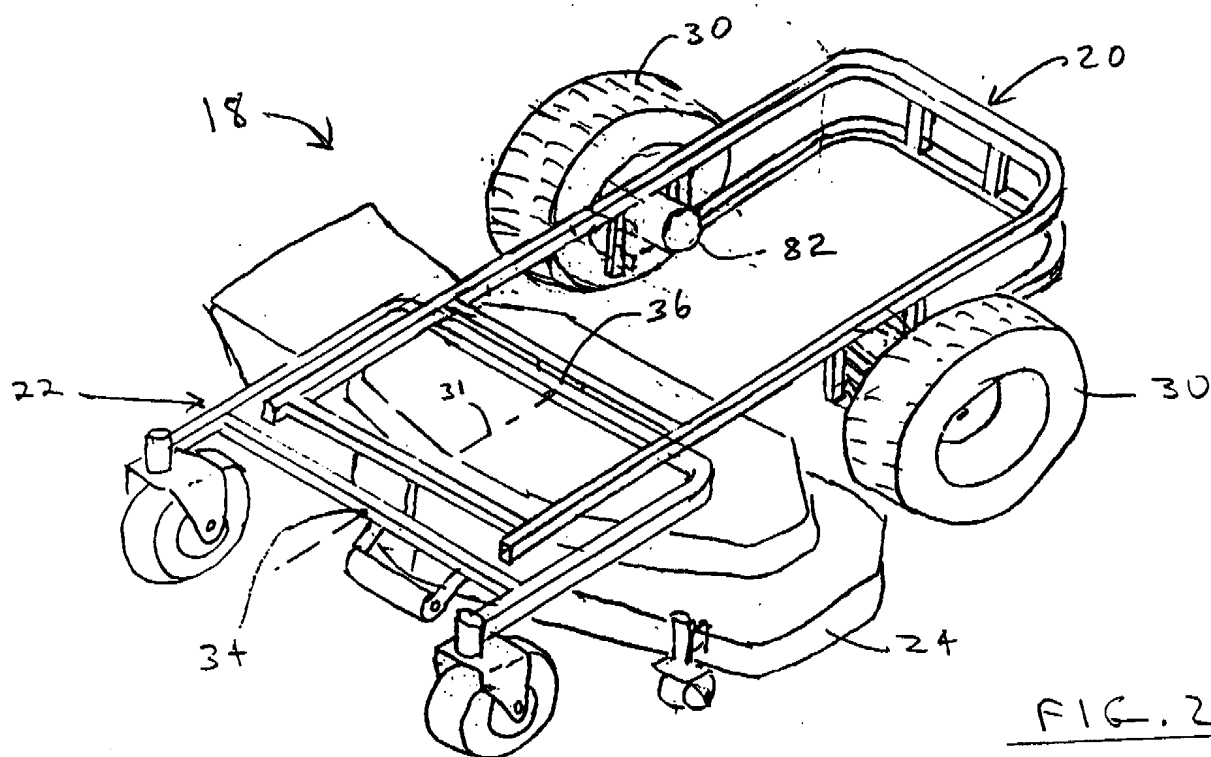
10. The lawn mower of claim 9 characterized by the upper and lower link assemblies having equal lengths.

11. The lawn mower of claim 8 wherein the chassis first end and second end are respectively the rear and front end of the lawn mower; wherein the first wheel assemblies are connected to the chassis at the rear end thereof; and wherein the chassis has a longitudinal axis; further characterized by a subframe pivotably connected to the front end of the chassis, for pivoting about said longitudinal axis; wherein the wheels at the front end of the chassis are connected to said subframe.

12. The lawn mower of claim 8 wherein the chassis first end and second end are respectively the rear and front end of the lawn mower; wherein the first wheel assemblies are connected to the chassis at the rear end thereof; characterized by a cutter deck suspended between the front and rear ends of the mower; each rear wheel being independently driven by the power from the prime mover; and two caster front wheels, one each attached to opposing sides of the front end of the lawn mower; wherein the steering direction of the lawn mower is controlled by varying the relative speed of the rear wheels.

13. The lawn mower of claim 8 wherein the chassis first end and second end are respectively the front and rear end of the lawn mower; wherein the first wheel assemblies are connected to the chassis at the front end thereof; characterized by a cutter deck cantilevered from the front end of the mower.





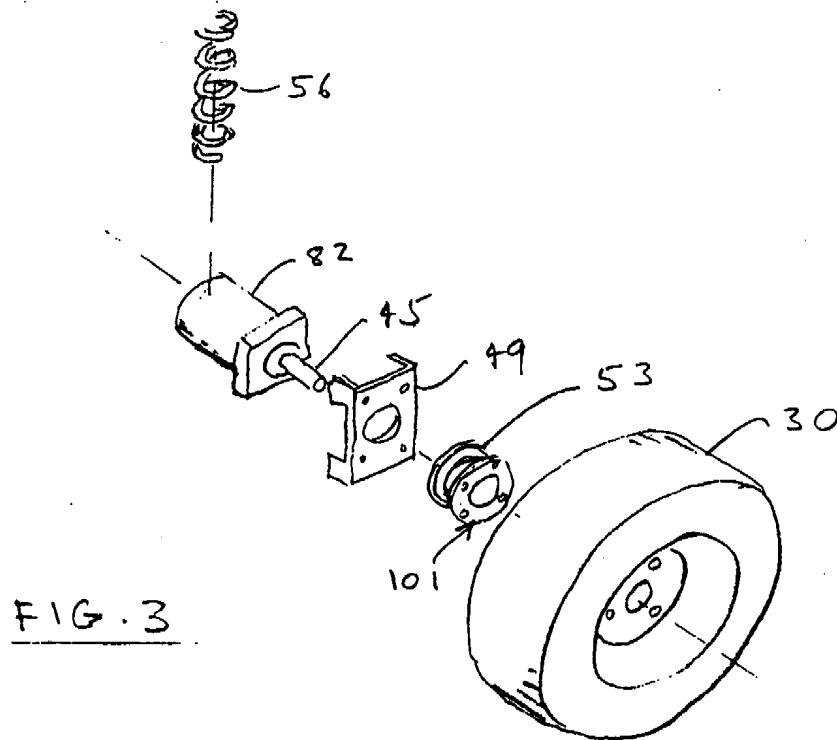


FIG. 3

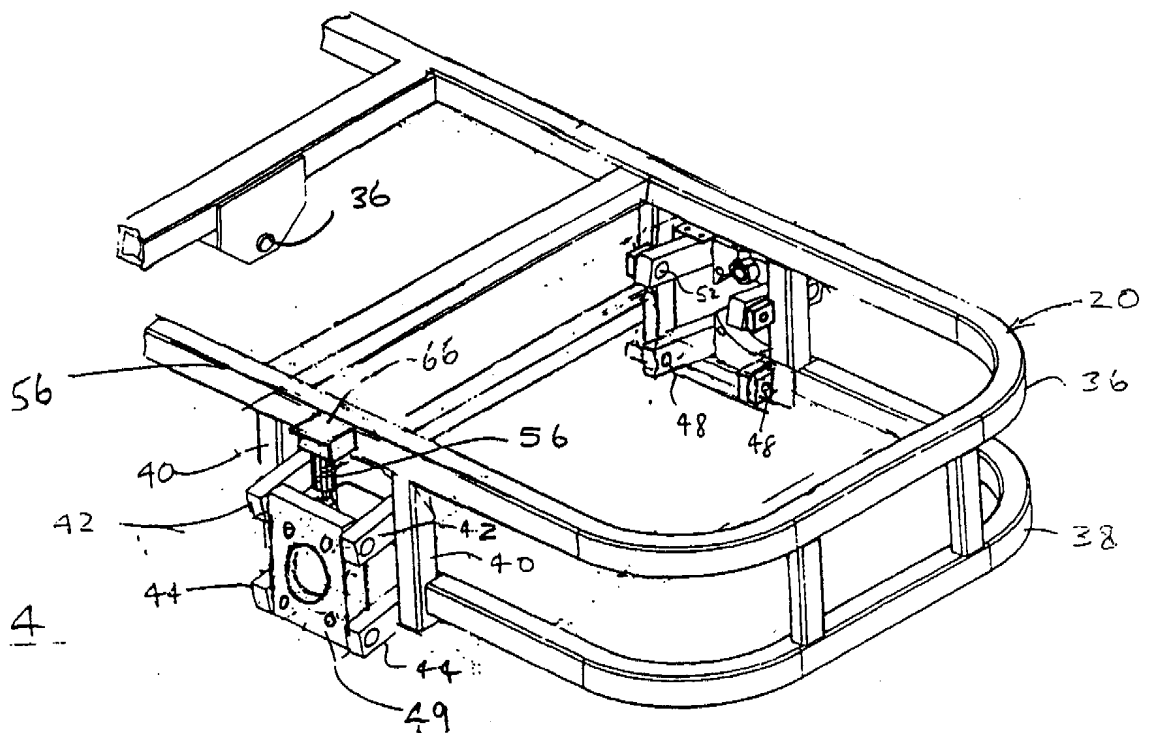


FIG. 4



FIG 6

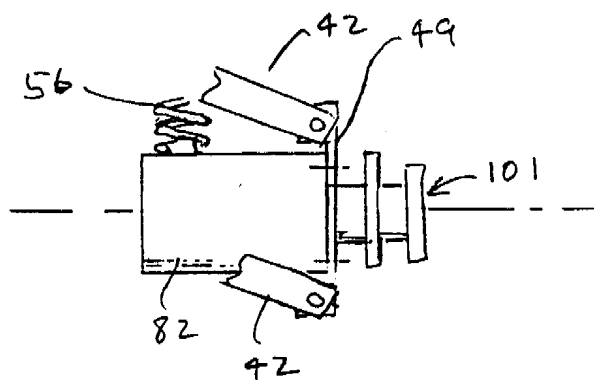


FIG 9

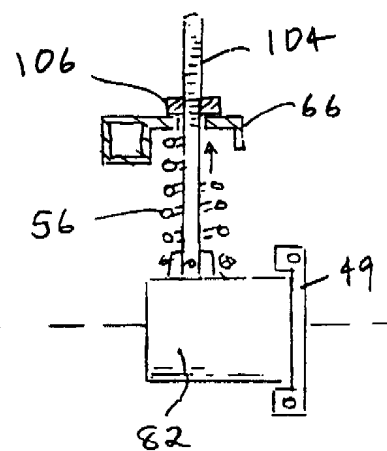
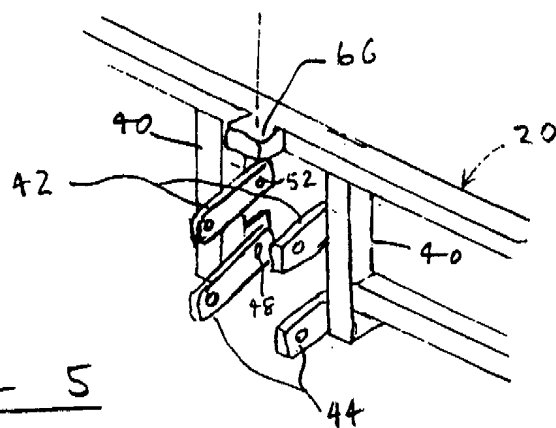


FIG 5



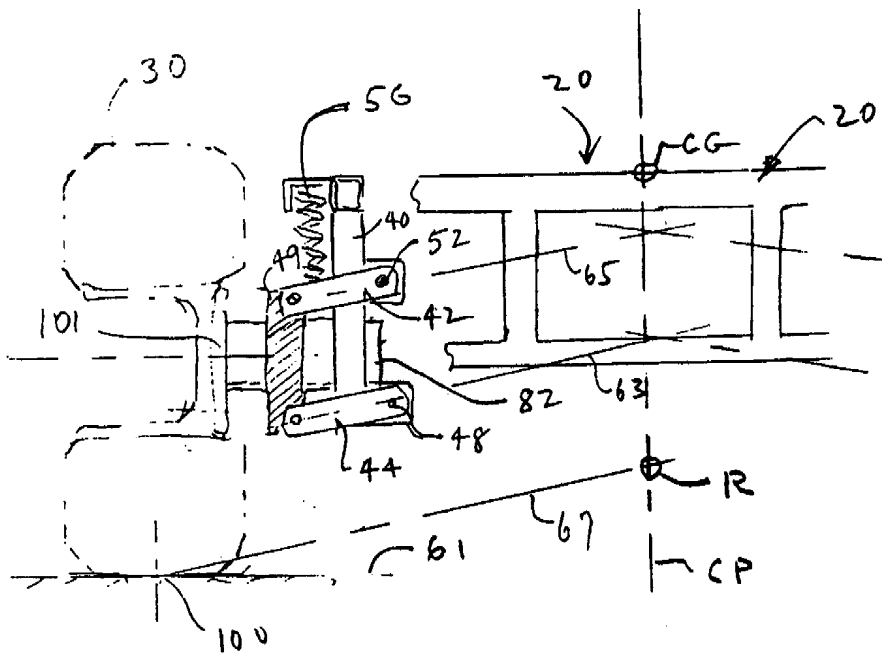


FIG. 7

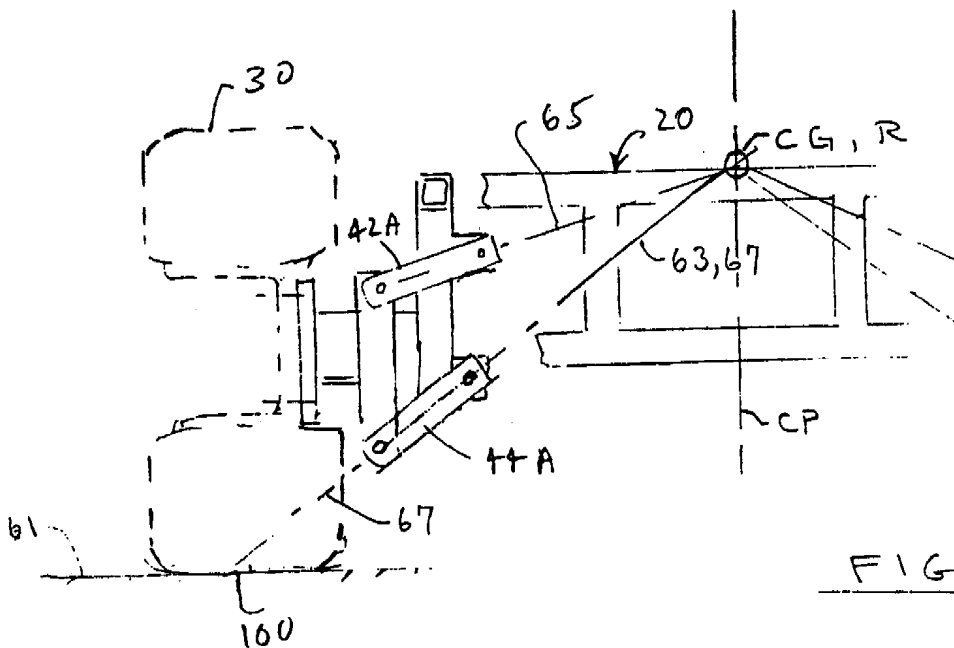


FIG. 8

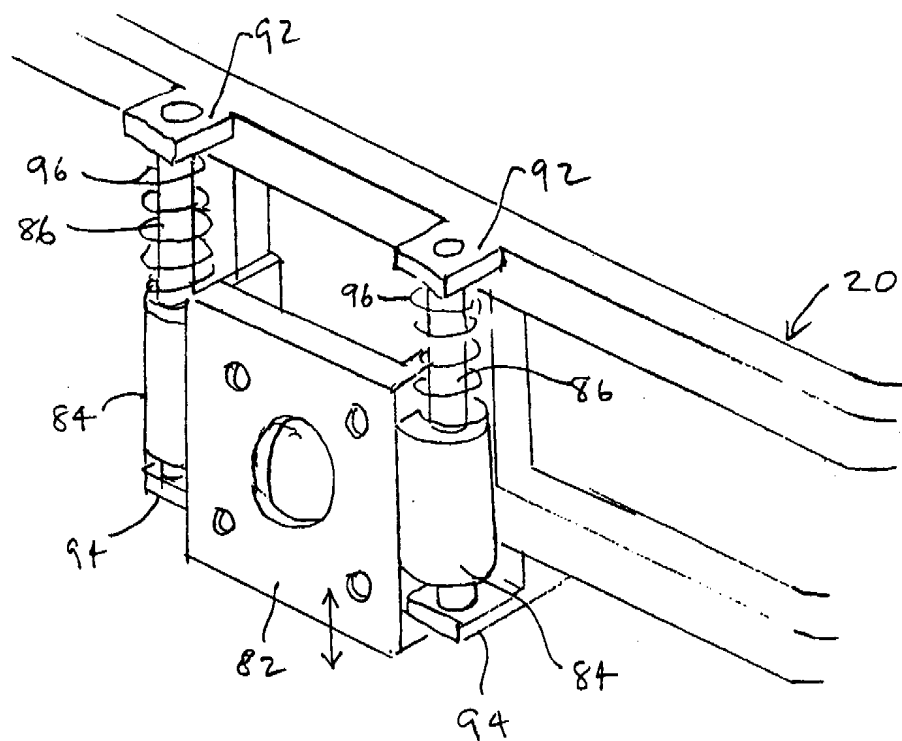


FIG. 10

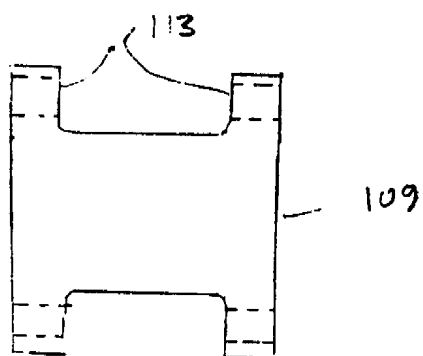
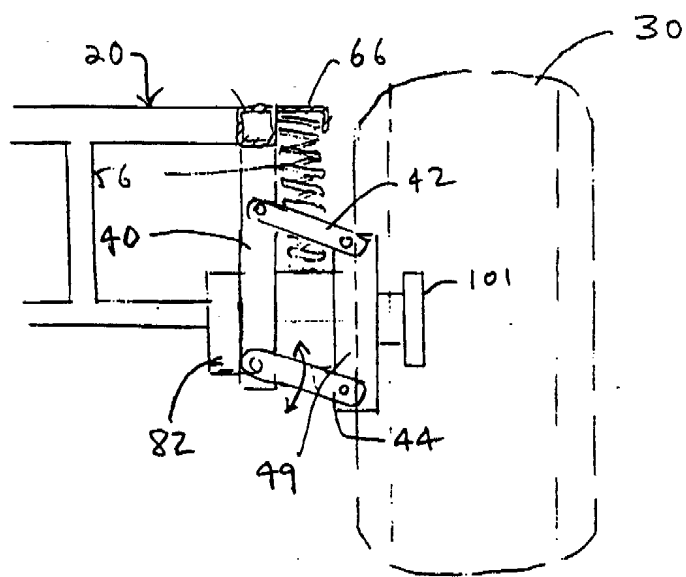
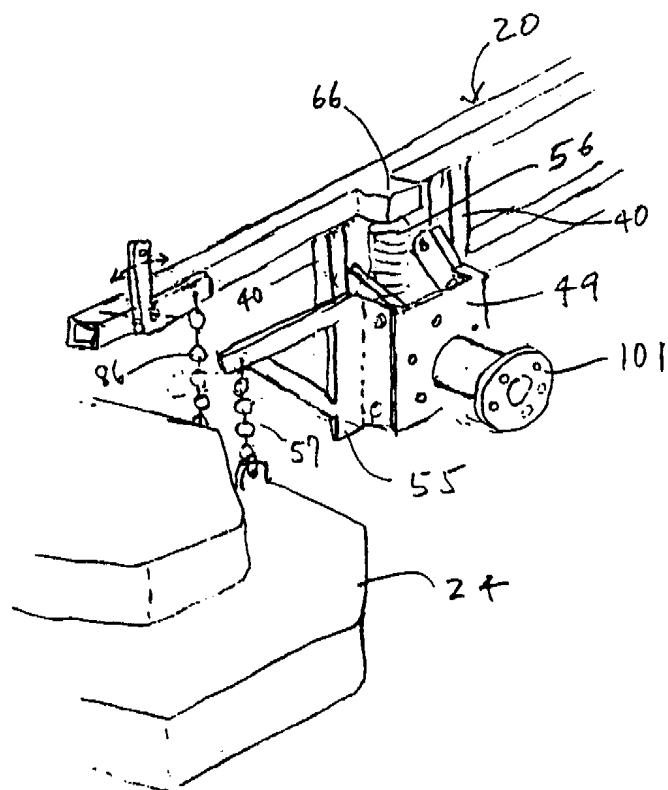
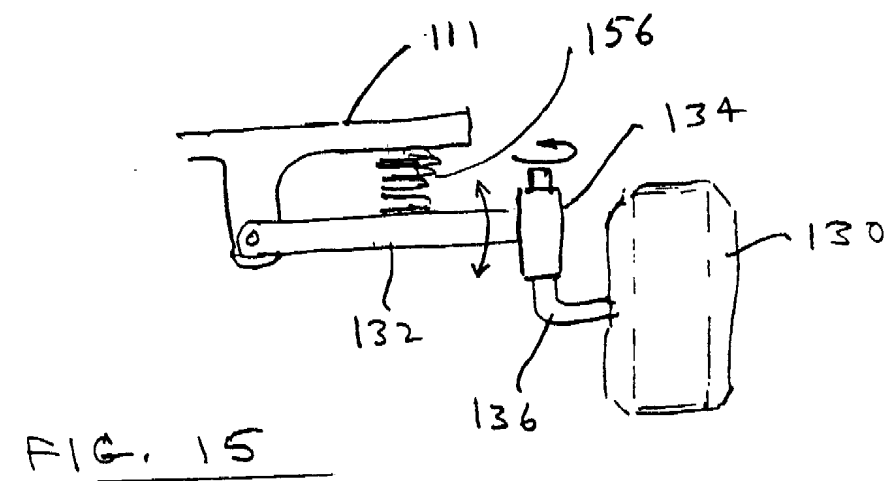
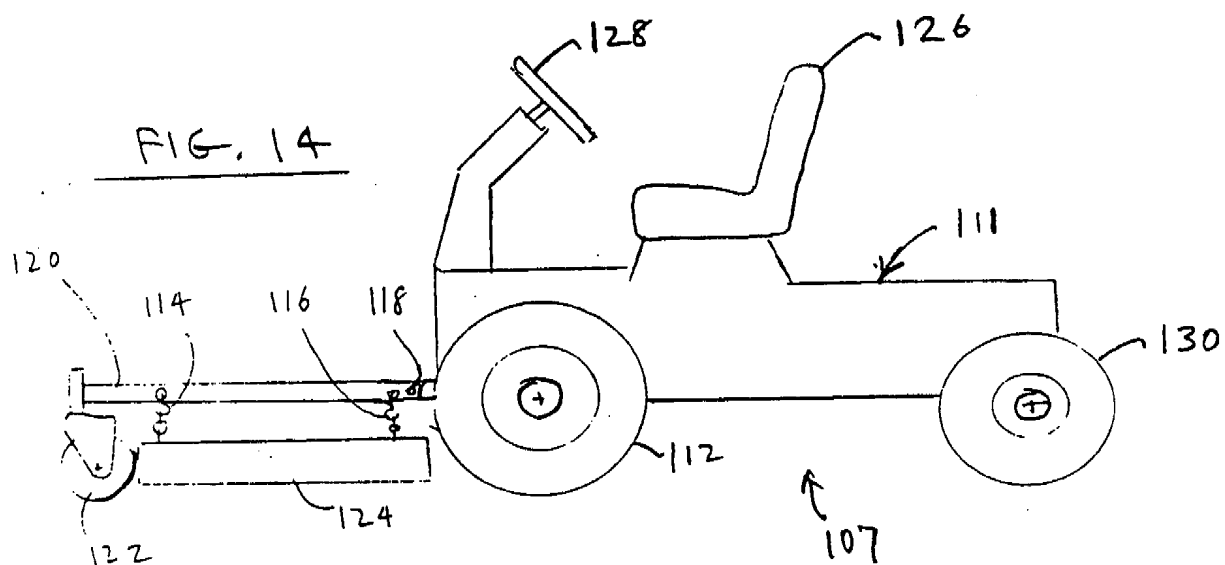
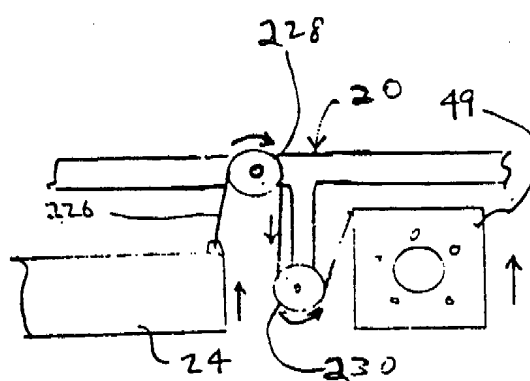
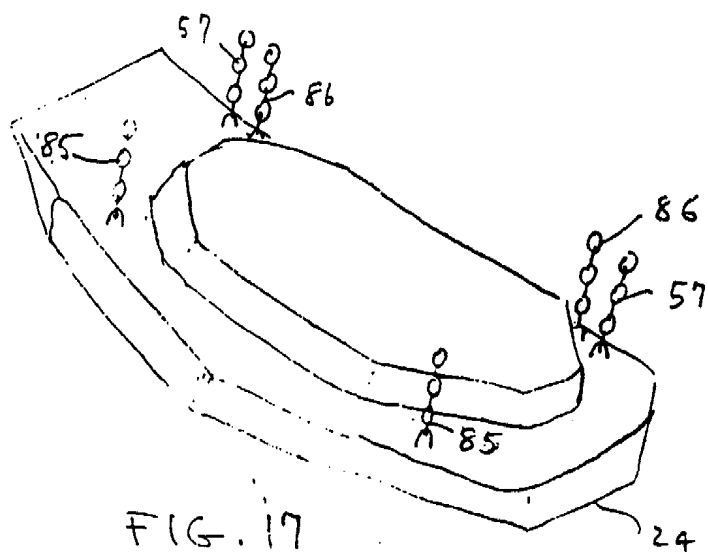
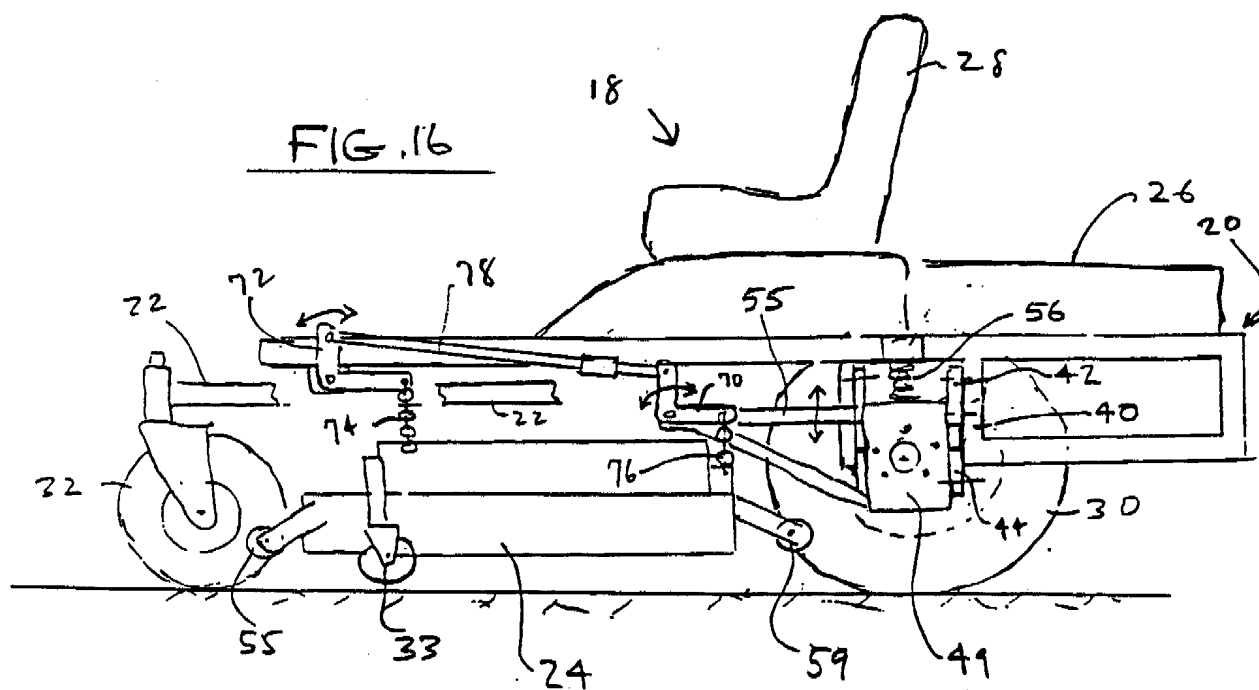


FIG. 11

FIG. 12FIG. 13.





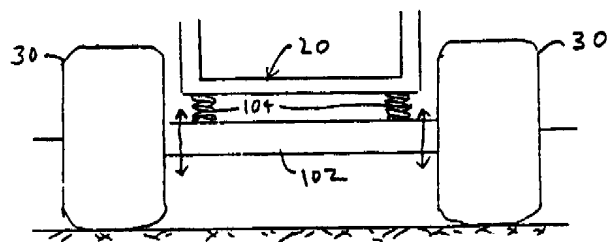


FIG. 18

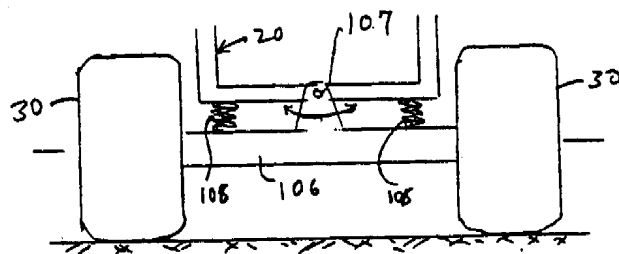


FIG. 19

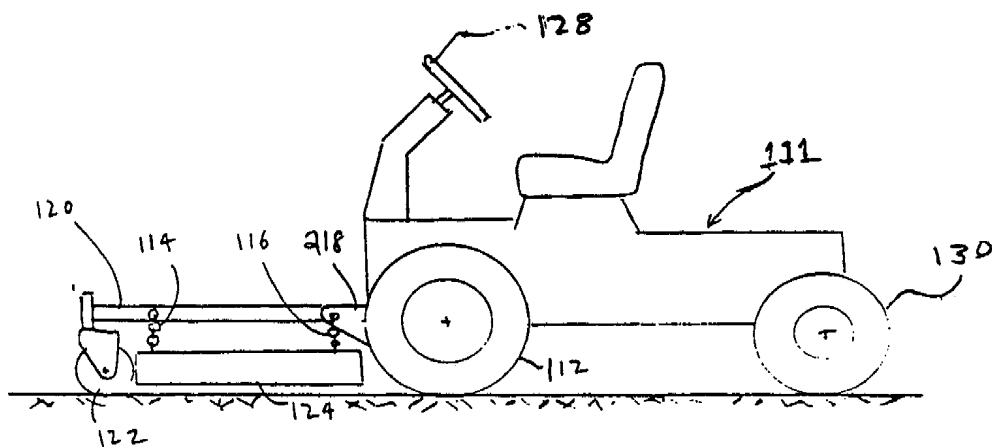


FIG. 21

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US98/22862

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) :A01D 34/03; B60G 21/00 US CL :56/15.8; 280/124.141, 124.179, 124.136 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 56/15.8; 280/124.141, 124.179, 124.136 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,367,864 A (OGASAWARA ET AL.) 29 NOVEMBER 1994 (29/11/94), Fig. 1, Column 1, Lines 63-65, Column 2, Lines 55-59.	1-5, 10-11, 15-20
Y	US 3,940,161 A (ALLISON) 24 FEBRUARY 1976 (24.02.76), Fig 1.	1-5, 10-11, 17-20
Y	US 5,355,664 A (ZENNER) 18 OCTOBER 1994 (18/10/94), Fig 6.	15-16
A, P	US 5,765,858 A (KAWAGOE ET AL.) 16 JUNE 1998 (16/06/98).	
A	US 5,507,138 A (WRIGHT ET AL.) 16 APRIL 1996 (16/04/96).	
A	US 5,435,591 A (LEE) 25 JULY 1995 (25/07/95).	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 14 DECEMBER 1998		Date of mailing of the international search report 20 JAN 1999
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer ARPAD FABIAN KOVACS <i>Diane Smith for</i> Telephone No. (703) 308-5897



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US98/22862

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5,305,588 A (MINATO ET AL.) 26 APRIL 1994 (26/04/94).	
A	US 5,197,755 A (QUICK) 30 MARCH 1993 (30/03/93).	
A	US 5,129,218 A (YOUNGBERG ET AL.) 14 JULY 1992 (14/07/92).	
A	US 4,957,307 A (GANDIGLIO) 18 SEPTEMBER 1990 (18/09/90).	
A	US 4,301,881 A (GRIFFIN) 24 NOVEMBER 1981 (24/11/81).	
A	US 4,159,613 A (KUNDSON ET AL.) 03 JULY 1979 (03/07/79).	
A	US 2,482,216 A (RUST) 20 SEPTEMBER 1949 (20/09/49).	
A	US 3,913,696 A (KENNEDY ET AL.) 21 OCTOBER 1975 (21/10/75).	
A	US 3,696,594 A (FREIMUTH ET AL.) 10 OCTOBER 1972 (10/10/72).	
A	US 3,159,959 A (MATHEWS) 08 DECEMBER 1964 08/12/64).	
A	US 3,024,041 A (MARUHN) 06 MARCH 1962 (06/03/62).	
A	US 2,859,578 A (HALL) 11 NOVEMBER 1958 (11/11/58).	
A	US 2,709,881 A (GOSS) 07 JUNE 1955 (07/06/55).	

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号  
特表2001-507242  
(P2001-507242A)

(43)公表日 平成13年6月5日(2001.6.5)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターミナル\* (参考)

A 0 1 D 34/03

B 6 0 G 3/20

B 6 0 K 7/00

// B 6 0 G 1/02

9/00

A 0 1 D 34/03

B 6 0 G 3/20

B 6 0 K 7/00

B 6 0 G 1/02

9/00

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 34 頁)

(21)出願番号 特願平11-511415  
(86)(22)出願日 平成10年10月28日(1998.10.28)  
(85)翻訳文提出日 平成11年6月28日(1999.6.28)  
(86)国際出願番号 P C T / U S 9 8 / 2 2 8 6 2  
(87)国際公開番号 W O 9 9 / 2 1 4 0 6  
(87)国際公開日 平成11年5月6日(1999.5.6)  
(31)優先権主張番号 6 0 / 0 6 3 , 3 6 2  
(32)優先日 平成9年10月28日(1997.10.28)  
(33)優先権主張国 米国 (U S)  
(31)優先権主張番号 0 9 / 1 1 9 , 8 1 8  
(32)優先日 平成10年7月21日(1998.7.21)  
(33)優先権主張国 米国 (U S)

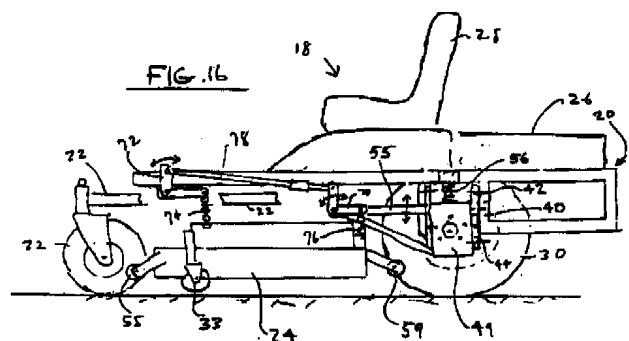
(71)出願人 フェリス・インダストリーズ・インコーポ  
レイテッド  
アメリカ合衆国13409ニューヨーク州マン  
ズビル、ポスト・オフィス・ボックス250  
(72)発明者 ゴードン、トッド・ビー  
アメリカ合衆国13440ニューヨーク州ロー  
ム、ウエスト・カーター・ロード6214番  
(74)代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 独立駆動輪懸架装置及び駆動輪に連結された可動カッターデッキを備えた芝刈機

(57)【要約】

一組の前側キャスト車輪(22)と、一組の独立懸架された後側駆動車輪(30)を備えた芝刈機(18)。各々の駆動車輪は、独立した駆動モータのシャフトに取り付けられ、駆動モータはモータマウント(49)に取り付けられている。各々のモータマウントは、一方向揺動自在に取り付けられたリンク(42、44)によってシャーシ(22)に接続されており、駆動車輪の上下動を可能にしている。駆動車輪の上下動は、バネ(56)の力に逆らって又はその力を受けて行われる。カッターデッキ(24)が、2つの前側吊下鎖(74)及び後側吊下鎖(76)によって吊下げられている。吊下鎖の上端部は、各々、ベルクランク(72、70)に接続されている。後側ベルクランク(72)は、モータマウント(49)に取り付けられたブラケット(55)に接続されている。従って、車輪(30)が、地面の突起によって上昇すると、これに隣接するカッターデッキの角が上向きに持ち上げられる。



**【特許請求の範囲】**

1. 第1の端部と第2の端部を有するシャーシと、各々の端部に取り付けられて芝刈機を芝生表面に対して支持する車輪と、

対向する側面と、第1の端部と第2の端部を備え、各々の端部はその方向が上記シャーシの端部に対応しているカッターデッキと、

上記カッターデッキを、シャーシに対して予定された高さに吊下げ、上記予定された高さより上方において、上向きの力又は下向きの力に応じて、上記カッターデッキ端部の一部分を垂直に上下可能な吊下手段と、

上記シャーシの第1の端部の両側に、車輪組み立て物を懸架する手段と、

1つの車輪を有し、車輪組立物懸架手段によってシャーシに接続され、車輪と車輪以外の部分がシャーシに対して垂直に上下動可能である、2つの第1車輪組立物とを備えた芝刈機であって、

上記2つの第1車輪組立物の、少なくとも一方の上方への動きに応じて、上向きの力を加えることにより、上記カッターデッキ端部の一部分を持ち上げる手段を備えることを特徴とする芝刈機。

2. 上記持ち上げる手段が、上記第1車輪組立物の各々に取り付けられたリフティング・ブラケットと、上記カッターデッキの一部分を、各々のリフティング・ブラケットに接続する吊下手段を備えることを特徴とする請求項1記載の芝刈機。

3. 上記第1の端部及び第2の端部が、各々芝刈機の後端部及び前端部であり、上記第1車輪組立物が、駆動輪であり、上記カッターデッキが、上記後端部と前端部の間に吊下げられていることを特徴とする請求項1記載の芝刈機。

4. 上記第1車輪組立物の車輪が、独立懸架された駆動輪であり、各々の駆動輪が、対向する駆動輪と独立に、バネの力に逆らって又はバネの力を受けて、シャーシに対して垂直に上下するように、各々の駆動輪組立物が、上記シャーシにバネによって接続されていることを特徴とする請求項1記載の組立物。

5. 上記シャーシの第1の端部にピボット点において接続された横向き部材であって、芝刈機の縦方向の中心軸を中心として揺動する横向き部材を備え、該横向

き部材の対向する両端部に上記第1車輪組立物に取り付けられており、第1車輪組立物の車輪がシャーシに対して垂直に上下すると、対向する第1車輪組立物が反対方向に動く吊下手段を備えることを特徴とする請求項1記載の組立物。

6. 上記カッターデッキの第2の端部及び第1の端部が、上記シャーシから吊下げ支持用吊下手段によって吊下げられ、上記持ち上げる手段が、上記第1の車輪組立物の一部分を、これに隣接する上記カッターデッキの第1の端部に接続するリフト用吊下手段から成ることを特徴とする請求項1記載の芝刈機。

7. 上記車輪組立物懸架手段の各々が、上側リンク組立物と下側リンク組立物を備え、該上側リンク組立物及び下側リンク組立物が、垂直方向に分離され、各々のリンク組立物の内端部がシャーシのピボット点に揺動自在に接続され、各々のリンク組立物の外端部が上記車輪組立物に揺動自在に接続されたことを特徴とする請求項1記載の芝刈機。

8. 第1の端部と第2の端部を有し、各々の端部に車輪が接続され、該車輪が芝刈機の芝生表面における移動を可能ならしめているシャーシと、

該シャーシに、取り付けられた原動機と、

上記芝生の上に吊下げられたカッターデッキと、

上記シャーシの第1の端部両側面に取り付けられた車輪組立物懸架手段を備えた芝刈機であって、

上記シャーシの第1の端部の両側面に、上記車輪組立物懸架手段の1つによって接続された駆動輪を備え、各々の懸架手段がバネを有し、各々の駆動輪が、バネの力に逆らって又はバネの力を受けて、対向する車輪の動きとは独立に、シャーシに対して垂直に上下する2つの車輪組立物を備えることを特徴とする芝刈機。

9. 上記車輪組立物懸架装置が、上側リンク組立物と、下側リンク組立物からなり、各々のリンク組立物が、少なくとも1つのリンクを備え、該リンクの内端部がシャーシのピボット点に揺動自在に取り付けられ、該リンクの外端部が車輪組立物のピボット点に揺動自在に取り付けられ、上記バネが、上記リンク組立物を垂直下方に圧迫することを特徴とする請求項8記載の芝刈機。

10. 上記上側リンク組立物と下側リンク組立物が、等しい長さを有することを特徴とする請求項9記載の芝刈機。

11. 上記シャーシの第1の端部及び第2の端部が、各々芝刈機の後端部及び前端部であり、上記第1車輪組立物がシャーシの後端部に接続され、上記シャーシが縦方向の軸を有し、上記シャーシの前端部にサブフレームが揺動自在に接続されて、上記縦軸を中心に揺動し、上記シャーシ前端部の車輪が上記サブフレームに取り付けられたことを特徴とする請求項8記載の芝刈機。

12. 上記シャーシの第1の端部及び第2の端部が、各々芝刈機の後端部及び前端部であり、上記第1車輪組立物が、上記シャーシの後端部に接続されており、上記カッターデッキが芝刈機の前端部と後端部の間に吊下げられており、各々の後輪が原動機からの動力によって独立に駆動され、2つのキャスタ前輪が、芝刈機前端部の対向する側面に取り付けられており、芝刈機の進行方向が、後輪の相対速度を変えることによって制御されることを特徴とする請求項8記載の芝刈機。

13. 上記シャーシの第1の端部および第2の端部が、各々芝刈機の前端部及び後端部であり、上記第1車輪組立物が、該前端部に取り付けられており、カッターデッキが上記芝刈機前端部から片持ち梁式に突き出していることを特徴とする請求項8記載の芝刈機。

**【発明の詳細な説明】**

独立駆動輪懸架装置及び駆動輪に連結された可動カッターデッキを備えた芝刈機  
発明の技術分野

本発明は、芝生及び庭用の機械に関し、特に、芝刈機に関する。

**発明の背景**

従来の芝刈機的设计においては、運転者は、内燃機関によって駆動される4輪車の上に座る。その車から懸架されたカッターデッキの備える刃が、芝刈機が芝や芝生を横切って移動するときに、芝を切断する。市販の乗車型芝刈機には、種々の駆動システムのものがある。それらのシステムの中に、トランスミッションー操舵 (transmission-steerable) システムがあり、このシステムにおいては、独立油圧モータによって後側駆動輪を駆動し、前輪は自由に旋回可能なキャスタとする。方向の制御、即ち操舵は、2つの後輪の速度を独立に変えることによって行う。この型の芝刈機においては、後輪と地面との間の良好なトラクションを維持することが重要であり、このことは芝刈機が傾斜地を通過する場合に特に重要である。なぜなら、芝刈機が傾斜地を通過する時には、重力によって芝刈機の前部が傾斜の下方に向かおうとするからである。

また、いかなる芝刈機においても、均一に芝を刈れることが重要である。カッターデッキは、一般に、芝刈機の下面にしっかりと固定されるか、又は「浮上」するように懸架される（即ち、カッターデッキは一定の高さに懸架されるが、地面の起伏に接触すると上方に動く）。

一般に、芝刈機は、平らか若しくは緩やかにうねった芝生等の面の上で使用することを予定されている。このため、典型的な3輪または4輪の乗車型芝刈機においては、車輪は芝刈機のフレームに直接固定されている。しかし、このために、芝刈機の前輪に垂直方向に加わる衝撃や変位は、芝刈機のフレーム（またはシャーシ）に直接伝わる。芝刈機のフレームは、1つの車輪の影響を受けて、傾き、持ちあがり、落下する。したがって、ある状況においては、シャーシの垂直方向の動きは、切断する芝に対するカッターデッキの高さを、望ましくない高さに変

えてしまう。芝刈機のシャーシの傾斜または上昇によってもたらされる好ましくない影響として、車輪のトラクションが低下することも挙げられる。車輪のトラクションは、トランスミッションー操舵芝刈機において極めて重要である。また、ぎくしゃくした上下動は、操作者にとって不快である。

従来は、芝生のうねりによる反作用効果を緩和するような設計が採用されていた。即ち、前輪及び後輪の軸が、センターピボットを中心として傾くようになっている。しかし、こうした設計においては、車輪が持ちあがると、センターピボット点及びフレームの端全体も、車輪がフレームに直接固定されている場合よりもましであるとは言え、必然的に持ちあがる。したがって、自己推進型の芝刈機における懸架装置の更なる改善が、依然として必要である。

#### 発明の要約

本発明は、駆動輪と懸架装置の組み合わせを備えた芝刈機であって、その組み合わせにより、方向転換の際又は突起若しくは起伏を通過する際の、芝刈機シャーシの不要な動きを抑制できる芝刈機を提供することを目的とする。また、本発明は、特にトランスミッションー操舵芝刈機において、芝刈機がうねった面を移動した時の、芝刈機駆動輪と地面との接触の安定性を改善することも目的とする。さらに、本発明は、芝刈機シャーシのローリングに伴ってカッターデッキが芝生を削り取る恐れを低減することも目的とする。

本発明の芝刈機は、カッターデッキと、原動機と、芝刈機シャーシの一端にある1又は2以上の車輪と、シャーシ他端にあつて原動機で駆動される1対の駆動輪を備える。各々の駆動輪は、駆動輪組立物の一部分であり、バネを有する懸架手段によってシャーシの両側面に取り付けられている。懸架手段によって、各駆動輪は垂直に上下することができ、上下動は各々バネに逆らつて又はバネの力を受けて行われ、対向する駆動輪は独立して動くことができる。本発明の全般において、前輪と後輪のいずれが駆動輪であっても良い。ある実施形態においては、芝刈機は、2つの前輪と、2つの後輪と、これらの間に吊下げられたカッターデッキを備える。各々の後側駆動輪は、原動機によって独立に駆動されるモータを備えた組立物の一部分であり、対向する駆動輪の相対的な速度を変えることによって芝刈機の方方向制御を行う。他の実施形態においては、前側駆動輪と、伝統的

な操舵可能後輪を備えた4輪芝刈機であり、カッターデッキは芝刈機前端部から片持ち梁式に突き出ている。

本発明の別の側面においては、芝刈機の懸架手段は、上側リンク組立物及び下側リンク組立物を備え、上側リンク組立物及び下側リンク組立物は、その内端部においてシャーシに一方向に揺動自在に接続し、その外端部において車輪組立物に一方向に揺動自在に接続している。ある実施形態においては、上側リンクと下側リンクの長さは等しく、両者は平行である。他の実施形態においては、リンクは平行ではなく、下側リンクは上側リンクよりも長く、芝刈機のロール中心が芝刈機の重心と同じ高さになるような程度に長いことが好ましい。さらに他の実施形態においては、懸架装置のバネは、芝刈機が静止している時にも予備的に圧縮されており、これにより操作者が芝刈機を乗り降りする際のシャーシの高さの変化を抑制する。

本発明のさらに別の側面においては、芝刈機のカッターデッキは、その一部が近傍にある車輪の上方向への動きに応じてシャーシに対して持ち上げられるように、芝刈機シャーシから吊下げられている。特に、芝刈機は、前側、後側又はその両方に対向する車輪組立物を有し、この車輪組立物はシャーシからバネ懸架された車輪を備える。ある実施形態においては、カッターデッキの一端は、鎖などの吊下手段によつてシャーシから吊下げられており、カッターデッキの他端は、バネ懸架された車輪組立物と一体になったリフティング・ブラケットから吊下げられている。他の実施形態においては、カッターデッキの前側及び後側はいずれもシャーシから吊下げられる。車輪組立物に取り付けられたブラケットから伸びた吊下手段が、前側又は後側の吊下手段による支持に取って代わって、車輪の上方向への動きに応じてカッターデッキを持ち上げる。

車輪の動きとカッターデッキの連動は、異なる種類の芝刈機にも適用される。ある種類の芝刈機においては、カッターデッキは前輪と後輪の間に吊下げられている。前輪は、自由に旋回するキャスト車輪であり、揺動可能な横向き部材、好ましくは揺動可能なサブフレームの外端部に取り付けられている。さらに、後輪は独立に懸架されており、芝刈機を操舵するために独立に駆動される。他の種類の芝刈機においては、前輪が独立に懸架され、トランスミッションによって駆動



される。後輪は操舵可能である。カッターデッキは、芝刈機の前部にある片持ち梁式のサブフレームの下部に取り付けられている。デッキの前側は、サブフレームから吊下げられている。デッキの後側は、吊下手段によって前側車輪組立物に接続されており、これによりデッキの後側は、前輪の上方向への動きに応じてシャーシに対して上向きに動く。

本発明は、例えば芝刈機が起伏のある地面を通過して一方又は両方の駆動輪が上下した際の、シャーシの垂直な動きを抑制する。この結果、より小さな垂直方向の動きがカッターデッキに誘起される。起伏を通過した時の駆動輪と地面の接触がより良好となり、トランスミッションー操舵芝刈機においては不利な条件下での方向制御が改善される。芝刈機の旋回運動または芝刈を行う地面の凹凸のいずれによってシャーシの動きが誘起された場合であっても、それによってもたらされる、芝生の表面を削るようなデッキの動きは抑制される。

#### 図面の簡単な説明

図1は、カッターデッキと旋回前輪サブシャーシを備えた芝刈機を示す半概略斜視図である。

図2は、図1に示す芝刈機の骨格図であり、シャーシと前輪サブフレームを示す。

図3は、車輪組立物の分解組立図である。

図4は、シャーシ後側と、長さの等しい上側及び下側リンクの組とコイルバネから成る左側懸架装置と、車輪組立物のモータマウントとを示している。

図5は、図4に示した部品の一部を示す図である。

図6は、車輪組立物のモータ及びハブを示し、これらと懸架装置の連結状態を詳細に示す。

図7は、図2に示すシャーシを後側から見た立面図であり、懸架装置は長さの等しい上側リンク及び下側リンクを備えており、ロール中心と重心との関係が示されている。

図8は、図7と同様の図であり、下側リンクの組が上側リンクの組よりも長い懸架装置を示しており、ロール中心は重心と実質的に同じ高さにある。

図9は、図6と同様の図であり、モータと、コイルバネと、コイルバネに予備圧縮を与えるナットとロッドの組合せとを示す部分立面図である。

図10は、図5と同様の図であり、懸架装置の変形例を示しており、ジャーナル加工されたモータマウントを支持する、2つの支柱を備えた懸架装置を示す。

図11は、リンク単独の平面図を示す。

図12は、図1に示した芝刈機の一部を示す背面図であり、左後側の駆動輪組立物と、リンク形式の懸架装置を示す。

図13は、芝刈機、デッキ、車輪組立物及び懸架装置の一部を示す斜視図であり、車輪の上方への動きに従い、リフティング・ブラケットと鎖によって、デッキの後側を持ち上げる。

図14は、前側片持ち梁形式のカッターデッキを備えた、前輪駆動であって伝統的な操舵方式の芝刈機を示す。

図15は、図14に示す芝刈機のための、操舵可能な後輪の機構及び懸架装置の一部分を示す。

図16は、ベルクランクから吊り下げられたカッターデッキを備えた芝刈機の側面図であり、吊下手段の一方は、対向する車輪組立物に固定されたリフティング・ブラケットに取り付けられている。

図17は、6本の鎖によって吊り下げられたデッキを示す斜視図であり、鎖のうちの2本は車輪組立物に取り付けられたブラケットに接続されている。

図18は、芝刈機の背面図であり、バネ懸架された1本の車軸を示す。

図19は、図7と同様の芝刈機を示す背面図であり、バネによってセンタリングされた揺動する1本の車軸を示す。

図20は、芝刈機の一部を示す側面図であり、カッターデッキが、車輪組立物のモータマウントに連結されたケーブルによって持ち上げられる様子を示す。

図21は、芝刈機の前部に片持ち梁式に支持されたデッキを備えた、前輪駆動の芝刈機を示す側面図である。

好ましい実施形態の詳細な説明

本発明について、4輪のトランスミッションー操舵芝刈機への応用を例に説明

する。図1は、乗車型芝刈機を半概略的に示す。図2は、図1と同じ芝刈機から一部の部品を取り外して、シャーシの構成を露出したものを示している。芝刈機は、原動機26を支持するシャーシ20と、操作者用座席28と、カッターデッキ24を備える。原動機は、ガソリン内燃機関を油圧ポンプに連結したものである。液体が、油圧ポンプから、独立した油圧モータに送られ、その油圧モータによって各後輪が駆動される。操作者は、シャーシの上の座席28に座る。

後側駆動輪30は、シャーシ後側の向かい合った側面に、以下に説明する懸架装置によって取り付けられている。各々の後輪は、油圧ポンプによって駆動される油圧モータにより、独立に前方回転または逆回転を行う。制御アーム29を操作することにより、各モータへの油圧流体の流れが変化する。操作者は、2つの後輪の速度を変化させることにより、芝刈機の方角を制御する、即ち操舵する。

シャーシの前側にはサブフレーム（またはサブシャーシ）22が設けられており、2つの離れたピボット点34及び36において取り付けられている。サブフレームは、芝刈機を中心線31を中心として一方向に揺動する。2つの自由に旋回するキャスタ車輪32が、サブフレーム前側の向かい合った側面に取り付けられている。揺動する車軸を、ピボット34においてシャーシに取り付け、使用しても良い。一般的に言えば、シャーシの前側の構造は、両端部に車輪を備えた揺動する横向き部材を備えることが好ましい。揺動する前側車軸若しくはサブフレームは、シャーシの片側が振れたり、持ちあがったりすることを防ぐ。さもなければ、前輪が上昇または下降した時に、シャーシの片側が振れたり、持ちあがったりし、このシャーシ片側の振れや持ちあがりによって、後側駆動輪が地面から持ち上がる場合がある。なお、好ましくはないが、固定した前側車軸を用いることもできる。

フローティングカッターデッキ24が、芝刈機の前輪と後輪の間のシャーシ下部に取り付けられている。このカッターデッキは、長さの調節可能な鎖または他の懸架手段によって吊り下げられており、下方への動きは制限されているが、例えば、芝刈中に、車輪やカッターデッキ下面にある他の部品が地面の起伏と接触した時には、垂直に動くことができる。カッターデッキの吊下げについては、後で説明する。

シャーシ20は、方形のスチール管からなる。シャーシの後側は、U字状の上側部材36及びこれと同様の下側部材38からなる。支柱40が、上側部材と下側部材を接続しており、この支柱に後輪組立物がシャーシから懸架されている。

図4を参照されたい。

各後輪は、懸架装置によつてシャーシに接続された車輪組立物の一部分をなす。図3の分解組立図は、車輪組立物の構成部品を示している。即ち、モータマウント49にボルトで固定されたモータ82と、モータ45のシャフト45に取り付けられたハブ101と、ハブ101にボルトで固定された車輪30と、モータ56を押さえるバネ56とを示している。図に示されていないが、バネの底部を設置するための部品がモータの筐体に取り付けられている。

芝刈機後側の一部分と、好ましい懸架装置とを図4に示す。芝刈機の左側と右側は、同様である。図5-7及び図12も参照されたい。好ましい懸架装置は、上側リンク組立物と、下側リンク組立物と、コイル圧縮バネを備える。上側リンク組立物は一組のリンク42から成り、下側リンク組立物は一組のリンク44から成り、これらのリンクは全て、その内側の端部が支柱40のピボット点52、48に一方向に揺動自在に取り付けられている。上側リンク42の組、及び下側リンク44の組の各々は、平行に、外向きかつ下向きにシャーシから伸びており、モータマウント49の上部及び下部に一方向に揺動自在に接続している。

車輪組立物のモータマウントは（したがって車輪組立物の全体は）、図に示すように、懸架装置にピボットピン接続されている。各々の懸架装置は、ワイヤコイルバネ56を備えており、コイルバネ56は、モータ82と、シャーシの上側部材の取り付けられたバネブラケット66との間に保持されることにより、モータに（したがって車輪組立物に）垂直下向きの力を加えている。図4及び12を参照されたい。したがって、シャーシの後側の角に加わった静的な又は動的な負荷により、バネが圧縮され、その部分にあるリンク及び車輪組立物がシャーシに対して上方に動く。負荷が小さくなると、即ち車輪が地面の窪みを横切ると、逆の動作が起こる。鋼線圧縮バネが好ましいが、他の弾性挙動を示す部品を代わりに用いても良い。例えば、他の種類の金属又は非金属バネ、空気バネ又はエアクッションなどである。本発明において、「バネ」とは、これらの部品全般を包含す

るものである。

図7に示すように、ある懸架装置においては、上側リンクと下側リンクを同じ長さとする。（ここで、リンクの長さとは、リンクのピボット接続点の間の距離をいう。）図7は、シャーシ、懸架装置及び車輪組立物の後側を、部分的に示す部分切り取り立面図である。車輪については、擬似的な断面を示している。図には、ロール中心Rの高さ、これは後側懸架装置に特有のものであるが、この高さと車全体の重心（又は質量中心）の高さCGとの関係を示している。市販の一般的なトランスミッション操舵芝刈機においては、重心は地面から約50cm離れており、燃料の重さや操作者の体重によって変化する。図7に示す懸架装置の構成においては、ロール中心の高さは重心に比べて遥かに低い。ロール中心は、仮想的な点であり、可動懸架装置を備えた芝刈機は、横向きの力を受けると、この点を中心としてロールする。芝刈機のロール軸は、前側懸架装置及び後側懸架装置のロール中心を結んだ線上にある。以下、ロール中心をいかに決めるかについて簡単に説明する。

他の懸架装置の例を、図7と同様の図である図8に示す。上側リンク42Aは、下側リンク44Aと異なる長さであり、ロール軸Rの高さが実質的に重心CGに一致するように、長さや方向が決められている。この構造によれば、方向転換する時に、車がロールしようとするのを最小限に抑えることができる。ロール中心Rは、下側仮想線63と上側仮想線65の交差点にある。仮想線65は、上側リンクのピボット点を通り、仮想線63は、下側リンクのピボット点を通る。線67は、車輪30と地面61との接地部分100の中心から線63と65の交点に向かって引かれている。（図7に示すような、平行のリンクの場合は、そのような交点は無限遠にある。）線67が系の垂直中心軸CPと交わる点が、ロール中心である。したがって、図8に示す懸架装置を備えた芝刈機は、芝を刈ったり方向転換をする時に、殆ど揺れず、芝刈デッキは実質的に水平に保たれ、芝刈を行う表面に対する高さが一定となる。ロール中心と重心の高さが一致することは、ある意味において理想的な設計であるが、他の寸法を選択しても構わない。

再度、図7に示すリンクの長さが等しい懸架組立物について説明する。リンクの長さを等しくした構造は、ロール中心Rが重心CGよりも遥かに下方となる点

において、ロール中心と重心のより好ましくない関係をもたらす。即ち、方向転換する時に、車が横方向に傾いたり揺れたりし易くなる。アンチスウェイ・バー又はアンチロール・バーとも称されるスウェイ・バーを、リンクの長さが等しい懸架装置に取り付けて、方向転換時の芝刈機の揺れを防止することが好ましい。一般に、こうしたバーは、トーション・バー又は他の弾性構造体であり、ある車輪がシャーシに近づくと、こうした動きに抵抗する力が働く。この抵抗する力の反作用が、反対側の車輪に加わる。揺れ易いという欠点はあるものの、図7に示す等長リンク懸架装置によれば、非等長リンク懸架装置に比べて、乗り心地が良く、凹凸を良好に吸収する。また、操作者が芝刈機に乗り降りする場合や、芝刈機が凸凹した地面を横切ることにより芝刈機と操作者の垂直方向のモーメントに変化があった場合、負荷の変化による車輪の横方向の動きを最小限に抑制する。図7に示す例においては、上側リンクと、支柱と、下側リンクと、モータマウントが平行四辺形を形成しており、このことは、車輪がキャンバを変えずに垂直に動くことを意味する。これまで説明したように、一組のリンクによって、上側又は下側リンク組立物を構成することが好ましい。なぜなら、コイルバネとモータを収容するのに有効な設計だからである。しかし、同じ目的を達成するために、別の接続構造を用いても構わない。例えば、図11に示すように、リンク組立物は、ピボット点のピンに取り付けるための4つのジャーナル113を設けた固定形状のリンク部材109であっても構わない。したがって、リンク組立物という用語は、上側又は下側リンクの1つ、上側又は下側リンクの組み合わせ、及びリンク組立物の好ましい実施形態として説明した同様の機能を持つ構造を包含するものとして理解しなければならない。

図10は、独立後輪懸架装置の別の実施形態を示しており、ガイドに沿って上下するモータブロックによって垂直方向の動きを実現する。この実施形態においては、モータマウント82は、2つの対向するジャーナル84を備えており、間隔を置いて平行に設置された円柱状支柱86に、滑動可能に取り付けられている。支柱86は、ブラケット92、94によってシャーシ20に固定されている。支柱86を囲んで、コイルバネ96が配設されている。使用時には、芝刈機のシャーシは、モータマウントを押しつけているコイルバネによって支持される。図

1

0に示す構造においては、車輪が上下に動くときに、車輪が横方向に動いたりキャンバがついたりすることはない。いわゆるマクファーソン支柱（MacPherson strut）を含め、他の懸架構造を用いても構わない。

車の操作者の体重は、即ち、その大部分を後輪で支える重量は、40kg以上変動し得る。そこで、図9に示すように、懸架装置のバネを予じめ圧縮する手段を設け、操作者の芝刈機の乗り降りに伴うシャーシの高さの変動を抑制しても良い。ねじを切ったガイドロッド104がモータに対して枢着されている。ロッドは、ブラケット66に設けられた穴に固定しないで挿通されており、モータ82と共に自由に上下する。ナット106によつてロッドがブラケットから引っ張り出されており、これによりバネ56が圧縮されている。

図14は、前輪駆動、後輪操舵であり、前側片持ち梁式カッターデッキ124を備えた芝刈機107を示す。閉じ込め型のシャーシ111は、原動機などの機構を有している。操作者は、座席126に座り、操舵輪128によつて後輪130を回し、芝刈機の移動方向を制御する。原動機は、一般にトランスミッション-ディファレンシャル型駆動システムを通して、前側駆動輪112を回転させる。デッキフレーム120は、ピボット点118においてシャーシの前側から回転可能な片持ち梁式に固定されている。キャスト車輪122は、フレームの前側又は片持ち梁の端部を地面に対して支える。カッターデッキ124は、4つの鎖114、116によつてフレーム120から吊り下げられている。4つの鎖は、操作者用の操作によつて長さが調節され、デッキをフレームに対して上下させ、デッキの基本的な切断高さを決める。後側の鎖116は、図21によつて以下に説明するように、車輪112の動きに連結させても良い。駆動輪112は、独立したモータではなく、トランスミッションシステムの回転シャフトによつて回転される。各々の前輪112は、車輪組立物の一部分であり、各々の車輪組立物懸架装置は、芝刈機18の後側駆動輪において説明したものと同様の、バネと、長さの等しいリンク組立物とを備える。

好ましくは、後側駆動輪も、バネにより固定する。図15は、図14に示す芝

刈機の2つある後輪の一方について、必須の構成要素を示す。車輪130は、スリーブ134に挿通された回り継ぎ手ピン136の端部にある軸受けに取り付けられている。スリーブは、揺動するスタブアクスル132の外端に溶接されている。スタブアクスルは、シャーシ111に対して揺動する。尚、シャーシ111は概略的に図示している。車輪の進行方向を変えるために、回転継ぎ手の先端は、ステアリングホイール128に繋がった図示されていない機構によって、回転させられる。

上述の型の独立懸架装置においては、一方の車輪と、対向する他方の車輪との間は機械的に連結固定されていない。一方の車輪が持ちあがったり、落ち込んだりすると、その車輪はバネに逆らって、又はバネの力によって動く。これにより、従来の懸架装置において起こるシャーシの動きと比べた時に、シャーシの垂直方向の動きが実質的に抑制され、又は殆ど動きがなくなる。両方の車輪が、大きな起伏によって同時に上下した場合にも、揺動可能な車軸や固定された車軸において見られるような、シャーシ固有の垂直方向の動きはない。もちろん、こうした場合に、シャーシが上がるか下がるかは、障害の大きさと、芝刈機の跳ね上がった重量及び跳ね上らなかった重量によって決まる。素早く通り過ぎる小さな凹凸の場合、ごく小さなシャーシの動きとなる。リンク長さの等しい独立懸架装置においては、揺動可能な車軸による懸架装置及びリンク長さの異なる懸架装置と異なり、車輪の横方向の動きは僅かであり、固有のキャンバ変化はない。車輪の横方向の動きは好ましくない。なぜなら、こうした動きは芝生の表面を傷つけるからである。

本発明によれば、シャーシの垂直方向の動きは、カッターデッキの好ましくない垂直方向の動きと共に、抑制される。起伏の影響は最小限となり、車輪の地面に対する摩擦接触が良好となる。

前側駆動輪と動力の繋がっていない後輪を備えた型の芝刈機においても、一般に、図14に示すように、本発明は有用である。したがって、芝刈機の前側であるか後側であるかについての言及は、特定事項とすべきでない。同様に、前輪と後輪の間にカッターデッキを取り付けた芝刈機が好ましいが、本発明は、前輪の



前側又は後輪の後側となるように、シャーシから片持ち梁式に支持されたカッターデッキを持つ芝刈機のいずれにも適用可能である。本発明は、4つよりも多い又は少ない車輪を持つ車にも適用可能であり、操作者が後側を歩く型の車にも、

後側の2輪車に乗る型の車にも、他の誘導をする型の車にも適用可能である。

再び図1について説明すれば、芝刈機18に用いている特別のカッターデッキは、フローティング・デッキである。当業者には周知であるように、フローティング・カッターデッキは、シャーシから、特に鎖、輪又は他の吊下手段によって吊り下げられている。デッキの高さは、予め決められており、デッキは重力下においてシャーシから調節可能な制限距離に吊り下げられ、その制限距離によって芝刈機が水平面を移動する時に刃が芝を切断する高さが決まる。地面との接触や他の持ち上げる力のような、デッキに加わる垂直方向の力によって、デッキは、垂直上向きに動くことができる。

図1及び16において、本発明のカッターデッキは、前側の両側面に調節可能な車輪33を備え、前側にローラ55を、後側にローラ59を備える。車輪及びローラは、芝刈機が芝刈を行う地面の突起等を通じた時に、地面に接触し、カッターデッキに上向きの力を加えるように設けられている。

芝刈機シャーシのローリングは、ある一定の条件で起こる。その条件とは、(a) 芝刈機が前進途中に方向を変え、芝刈機の重心に横方向の遠心力が加わった時、(b) 芝刈機が傾斜地を移動し、重力ベクトルが芝刈機の手輪トレッドの平面に対して向きを変えた時、及び(c) 芝刈機が、波状の起伏を通じた時、片側の車輪の一つ又はその両方が上昇又は下降し、芝刈機シャーシが空間で回転した時である。

多くの芝刈機は、シャーシにしっかりと固定された車輪を用いている。したがって、これらの芝刈機においては、シャーシは車輪に対してロールすることができず、前述の(a)及び(b)の型のローリングは起こらない。別の種類の芝刈機は、一端に揺動する前側車軸又は後側車軸を備えており、他端の車軸はシャーシにしっかりと固定されている。これらの芝刈機において、揺動する車軸がローリングを許す一方、しっかりと固定された車軸は、シャーシが十分な剛性を有す

る限り、シャーシのローリングをかなり抑制する。芝刈機18について説明した独立な後輪懸架装置は、車輪が小さな突起や窪みを通じた時に起こるローリング、即ち(c)の型のローリングを、有益に最小限に抑制する。前側に設けた揺動するサブフレームは、同様に、こうした型のローリングの防止に役立つ。しか

しながら、大きな突起や窪みによっては、ローリングが起こり得る。

また、長さの等しい上側リンクと下側リンクを備えた芝刈機18のロール中心は、重心よりも低いため、(a)及び(b)の型のローリングを起こし易い。芝刈機18のカッターデッキが、単独でシャーシから吊り下げられている場合には、ローリングは、芝刈機本来の機能、即ち芝を均一な高さに切断する機能に不利な影響を与える。特に、シャーシがロールし、シャーシの片側が地面に近づいた場合、吊り下げられたカッターデッキも地面に近づく。芝刈機18は、芝刈機構造の一例に過ぎないが、上述の説明から予想されるように、他の芝刈機の構造においてもローリングは起こり得る。

したがって、本発明においては、カッターデッキの動きを、バネ懸架された車輪のシャーシに対する動きに連結させることにより、シャーシがロールした時に芝刈を行う面に対するデッキ高さが変化することを抑制する。懸架装置の働きによつてシャーシが地面に近づくと、好ましくはそれに直接比例して、デッキはシャーシに引き寄せられる。

本発明の図16に示す実施形態においては、デッキ24の左側は、吊下げ用鎖74、76によって吊り下げられており、吊下げ用鎖74、76の上端は前側ベルクランク及び後側ベルクランクに各々取り付けられている。折れ曲がったベルクランク74、76は、回転自在に取り付けられており、長さの調節可能なロッド78によってそれらの回転運動が連動するため、ベルクランクの回転によってデッキが上下する。これらに対応する一組のベルクランク、鎖、及び機構が、芝刈機の右側にも設けられている。典型的には、両側に設けられたベルクランクは、互いに連結している。したがって、操作者は、(ケーブル、レバー又は他の汎用の手段(図示せず)によって)全てのベルクランクを同時に回転させて、デッキが通常状態において吊り下げられる高さを、予定された高さの中から選択する

ことができる。これにより、芝が切断される基本高さを設定することができる。典型的なフローティングデッキにおいては、デッキの高さは、図16に示すようにデッキの車輪及びローラが地面に対していくらか高くなるように、予め設定される。十分に高い突起に遭遇すると、車輪又はローラと地面との接触によって発生する力により、デッキの一部又は全部が現在の高さから上向きに押し上げられる。

鎖74、76のうちの1本以上が、弛む。

図16に示したように、前側ベルクランク72は、シャーシ20の上側部材に回転自在に取り付けられる。芝刈機の両側面において、後側ベルクランク70は、三角形のリフティング・ブラケット55に取り付けられる。リフティング・ブラケット55は、モータマウント49にボルトによって固定されており、車輪組立物と一体となっている。したがって、車輪30及びモータマウント49が、シャーシに対して垂直上向きに動くとき、吊下手段76によって伝えられた力によって、隣接するデッキ後側が同様にシャーシに対して上向きに動く。後側ベルクランク70が、従来のようにシャーシに取り付けられている場合には、車輪が上向きに動くとき、デッキは地面に対して近づき、望み以上に短く切断したり、地面を削ったりする。

本発明の他の実施形態においては、6本の吊下手段をデッキに作用させる。図13、17を参照されたい。4つの鎖、即ち2つの前側鎖85及び2つの後側鎖86は、従来と同様の方法によって、高さ調整のための回転自在なベルクランクを用いて、上述のシステム同様にデッキを吊下げている。4つの鎖85、86は、いずれもシャーシに取り付けられたベルクランクに接続しており、本実施の形態において「吊下げ支持用吊下手段」と称する。芝刈機の両側において、リフト用吊下手段である鎖57が、デッキの後側部分を、車輪マウント49及び車輪組立物と一体となったリフティング・ブラケット55に接続している。これにより、駆動車輪が上向きに動くとき、鎖57に張力が加わり、鎖57は、デッキの後側の角を持ち上げ、隣接する鎖86を弛ませる。車輪が下向きに動くとき、デッキが予定された高さよりも上にある場合には、デッキは重力の影響によって下降する。

デッキが予定された高さにある場合又はその高さに到達した場合であって車輪が下降した場合、デッキの下降が鎖86によって制限されているため、鎖57は弛む。ベルクランク又は他の一般的な調節手段を鎖57に適用することにより、鎖57の長さをデッキの予定された高さに合わせて変化させても良い。

シャーシからデッキをフレキシブルに吊下げ、デッキを車輪組立物に接続するために、鎖に代えて他の吊下手段を用いても良い。例えば、ケーブル、スライド、スロット・リンク (slotted link) などを用いることができる。ここで用いた

ように、「吊下手段」という用語は、張力を伝達するが、圧縮力の伝達は無視できるような素子に対して用いられる。デッキは剛体であるため、吊下手段が、それが取り付けられたデッキの一部を持ち上げると、他の部分にも影響が及ぶ。本発明において、典型的には、デッキは長さに対して幅が広く、同様に、吊下手段の距離は前後間に比して左右間が長い。したがって、デッキ後側の角が持ち上げられると、好ましいことに、デッキ後側の反対側の角が持ち上げられるよりもむしろ、同じ側面の前側の角が持ち上げられる。

図16及び13に示す実施形態のいずれにおいても、リフティング・ブラケットは、車輪組立物と一体の部分となっており、デッキに被さるように前方に向かって単純に伸びている。従って、デッキは、本質的に車輪組立物と接続している。図13及び17に示すように、単純な機械であるブラケット及び吊下手段を用いることが好ましいが、他の手段を用いてカッターデッキの一部を車輪の上方への動きに応じて動かしても良い。例えば、図20に示すように、ケーブル226によって、モータブラケット49から、プーリ230及び228（シャーシに取り付けられている）を介して、デッキ24までつないでも良い。他の例としては、電気機械変位センサをシャーシに取り付けて車輪組立物の上向きの動きを検出し、制御システムに信号を送る。シャーシに取り付けられ、デッキに接続された油圧又は電気機械サーボモータに、制御システムから命令を与え、デッキをセンサの信号に応じて上向きに動かす。車輪組立物とカッターデッキの間を単純に直接接続し、デッキの上昇を車輪の動きに直接比例させることが、本発明において

好ましいが、これに比例しない接続方法も上述の実施形態の変形例となり得る。

本発明は、また、好ましい実施形態として示した独立懸架装置芝刈機18とは異なる車輪組立物及びバネ懸架装置を備えた芝刈機に対しても有用である。例えば、図18の背面図に示したように、芝刈機は、単一のビーム、即ち剛性のある後側車軸102（この車軸は、例えばトランスアクスルのように、ドライブ・トレイン（drive train）部品を備えていても良い）を備え、この両端には車輪30を取り付けたハブが設けられている。この車軸は、シャーシ20から、車軸の両側に設けたバネ104によって懸架されている。車軸の軸位置及びシャーシの下部における横方向の位置を一定に保つためのアームや他のリンク機構は、簡単

のために省略している。図に示すコイルバネに代えて、板バネを用いても良い。また、独立したバネに代えて、横断して又は軸に沿って伸びた単一のバネを用いても良い。図18に示す実施形態においては、各々の車輪30は、バネにより懸架されており、芝刈機が障害に遭遇すると、シャーシに対して上下する。剛直な前側車軸がロールを妨げないとすると、シャーシは、芝刈機18について説明したのと同様にして、ロールし得る。したがって、図18に示す実施形態においては、カッターデッキは芝刈機の下部に、芝刈機18について説明したのと同様の形態で取り付けられる。即ち、デッキの後側が車軸の外端に接続され、車輪のシャーシに対する上方への動きによってデッキの隣接する部分の高さが変化する。

他の実施形態においては、図19に示すように、中心において一方向に揺動自在である剛直な後側車軸の両端に車輪を取り付ける。前述の揺動自在な前側車軸と同様に、図19に示す車軸106（トランスアクスルであっても良い）がピボット点107においてシャーシ20に取り付けられている。両端にあるコイルバネ108は、車軸の揺動を抑制し、車軸の休止位置に「自己センターリング」する。図19に示す芝刈機のシャーシは、反対側の車軸及びシャーシの剛性が許容すると仮定すれば、ロールし得る。図18及び上記一般について説明した場合と同様に、本発明を適用し得る。

後側駆動車輪を備えた芝刈機を例として好ましい実施形態を説明したが、本発明は前側駆動輪を有する芝刈機にも同様に適用可能であり、またカッターデッキ

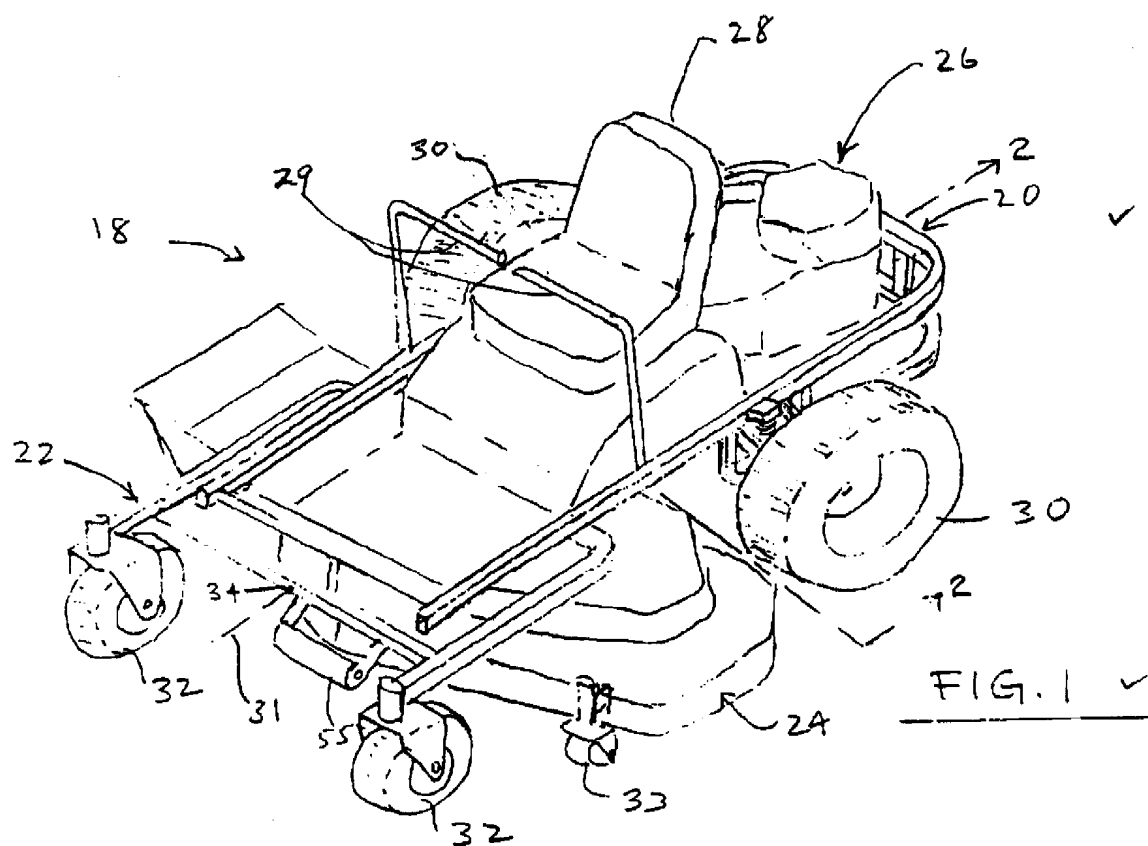
が芝刈機の前側又は後側から突き出すように取り付けられた芝刈機にも適用可能である。また、本発明は、カッターデッキの一部が「フローティング型」ではなく、「地面追従型 (ground following)」である場合、即ち、デッキの一端が、典型的には前側の一端が、常に芝を刈る芝生と接触しており、これによりデッキの前側が地面の起伏に応じて上下する場合にも適用し得る。

図21は、図14に示す芝刈機111に、本発明のデッキ連結を適用した例を示す。これまで説明したように、芝刈機の前側にある駆動車輪112は、いくつかある方法の一つを用いてバネ懸架されている。カッターデッキ124は、4つの鎖114及び116によって吊下げられている。サブフレームは回転自在な片持ち梁形式に、隠れているピボット点118において芝刈機の前端部に取り付け

られており、キャスタ車輪122を前側に備える。図14を参照されたい。簡単のため、垂直方向の高さを予め決めるために一般に用いるベルクランクシステムは、図面から省略している。前側鎖114は、カッターデッキの前側をサブフレームに固定している。これにより、サブフレームの前側及びデッキは、車輪122の地面起伏による上下に従って、上下する。サブフレームの後側は、シャーシの上下に従って上下する。即ち、この実施形態においては、リフティング・ブラケット218は芝刈機両側面にあるバネ懸架された車輪組立物に取り付けられており、鎖116が、デッキ後側の対向する両側面を、対向する側面にあるブラケットに接続することにより、本発明の特徴であるデッキの望ましい動きを実現させる。

概括的にいえば、本発明は、シャーシに対して上下に動くようにバネ懸架された、駆動輪である車輪に特徴がある。本発明は、バネ懸架された車輪が、駆動輪でない場合にも適用できる。全ての前輪及び後輪が垂直方向に動くようにバネ懸架されている芝刈機においては、デッキの前側及び後側部分が、各々前輪及び後輪組立物に接続されるように、本発明を適用しても良い。主にコイルバネについて述べてきたが、コイルバネに代えて、トーション・バーや他の弾性素子（例えばエアバッグやエアシリンダなど）を用いても良い。前後に離れた4つの車輪を有する芝刈機について説明してきたが、3輪構造を持つ芝刈機に対しても本発明

【図 1】



【図2】

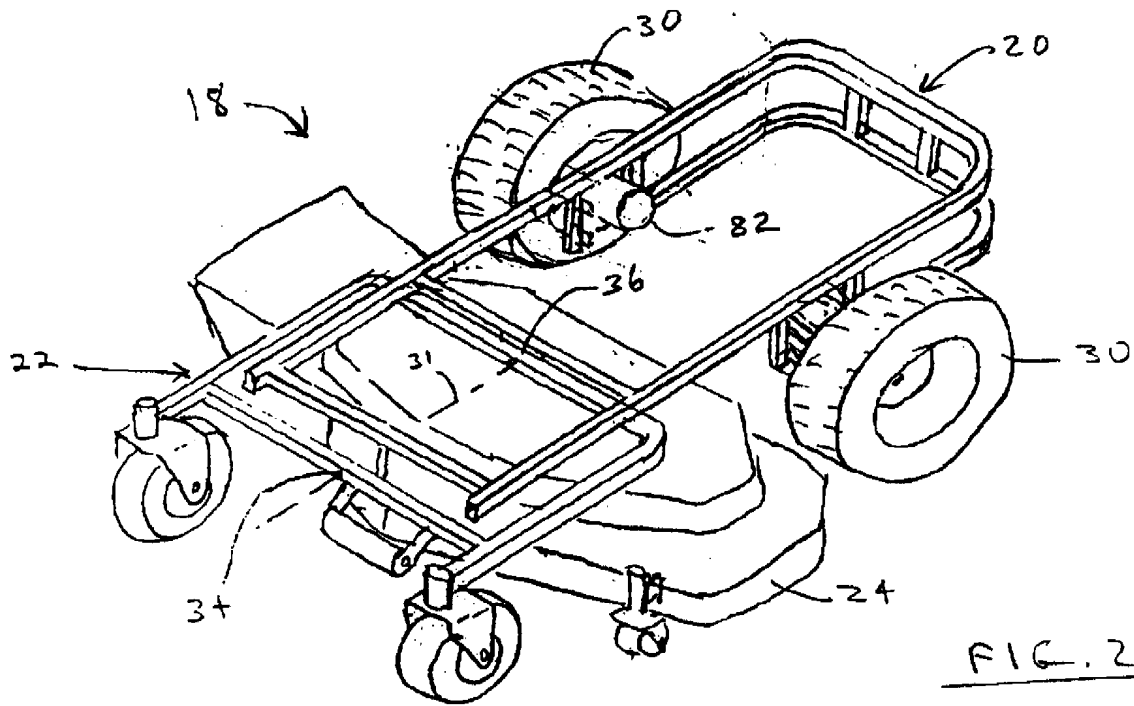


FIG. 2

【図3】

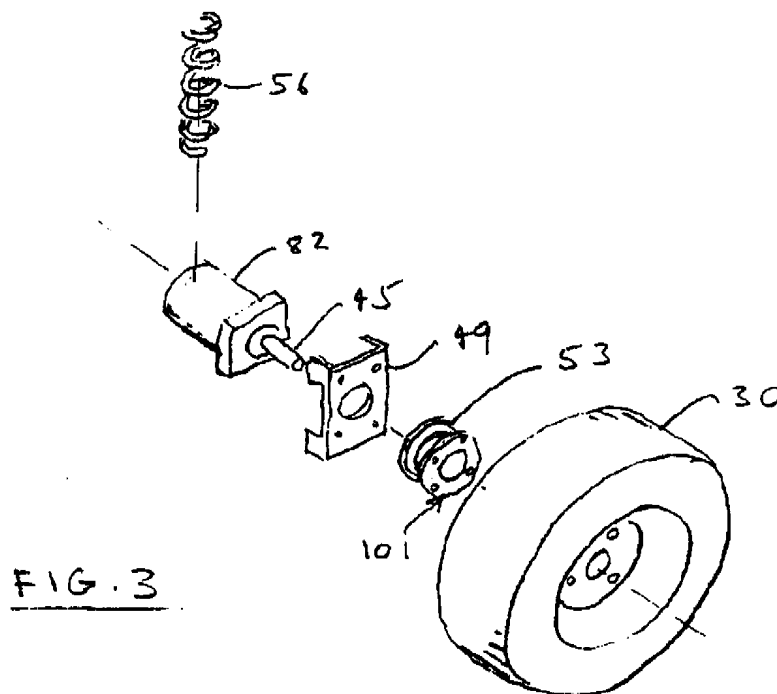
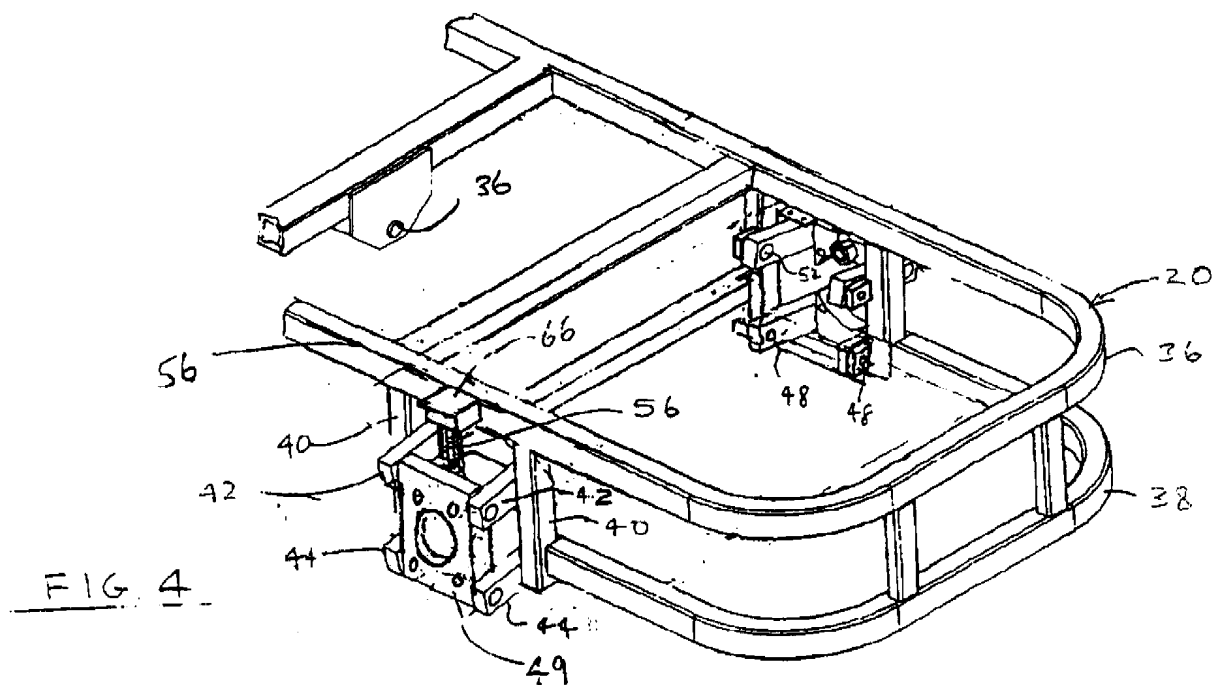


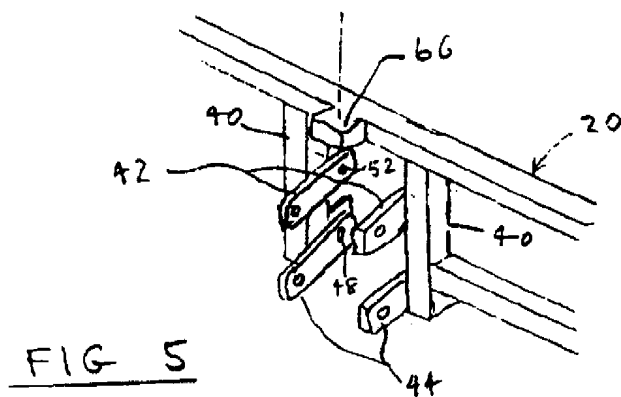
FIG. 3



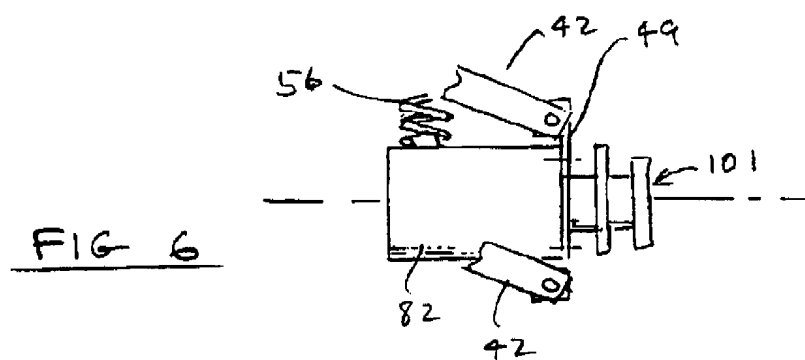
【図4】



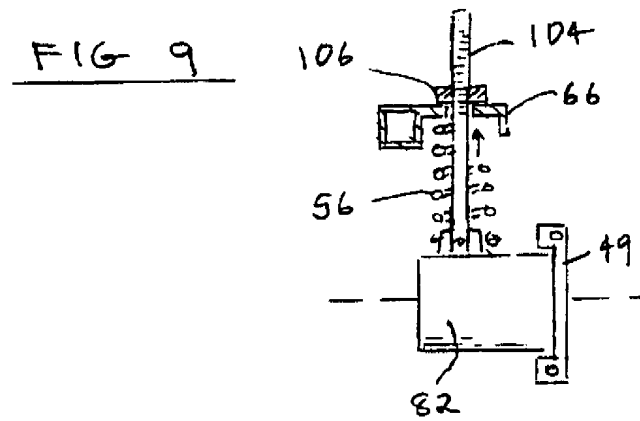
【図5】



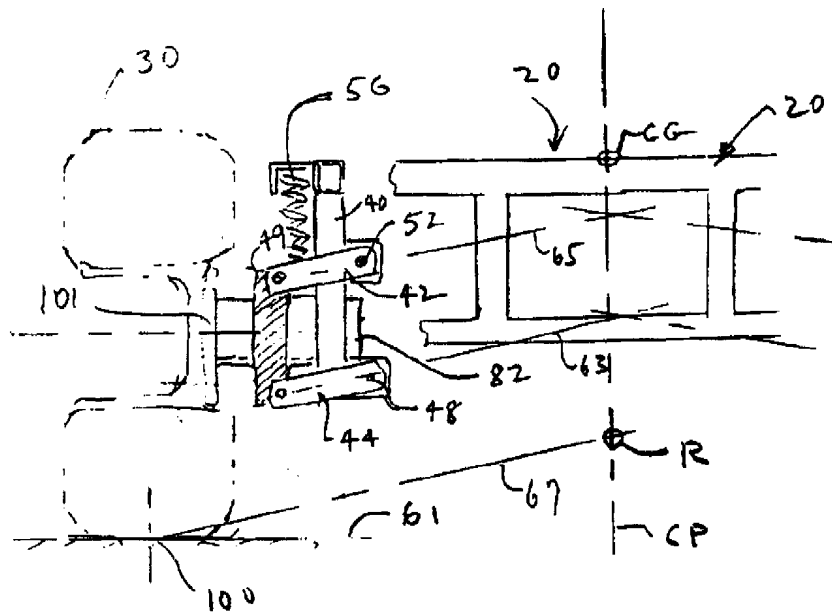
【図6】



【図9】

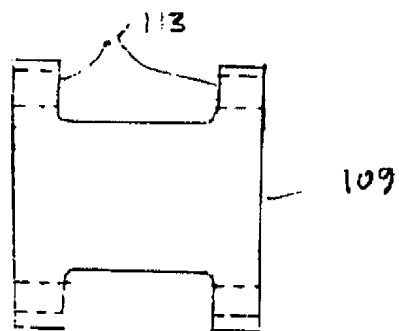


【図7】

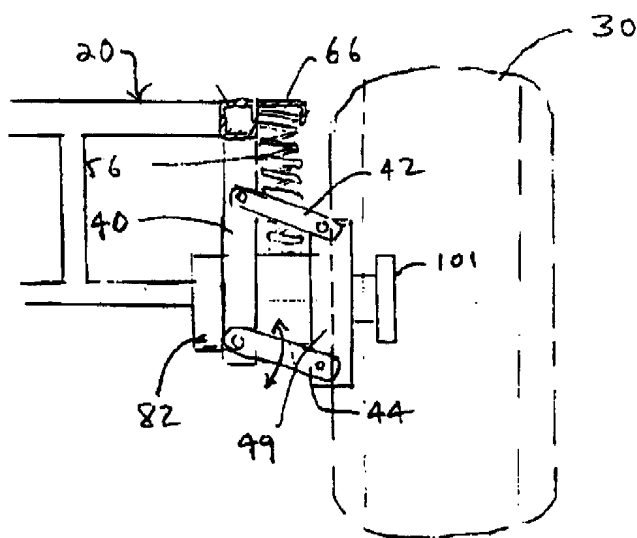
FIG. 7



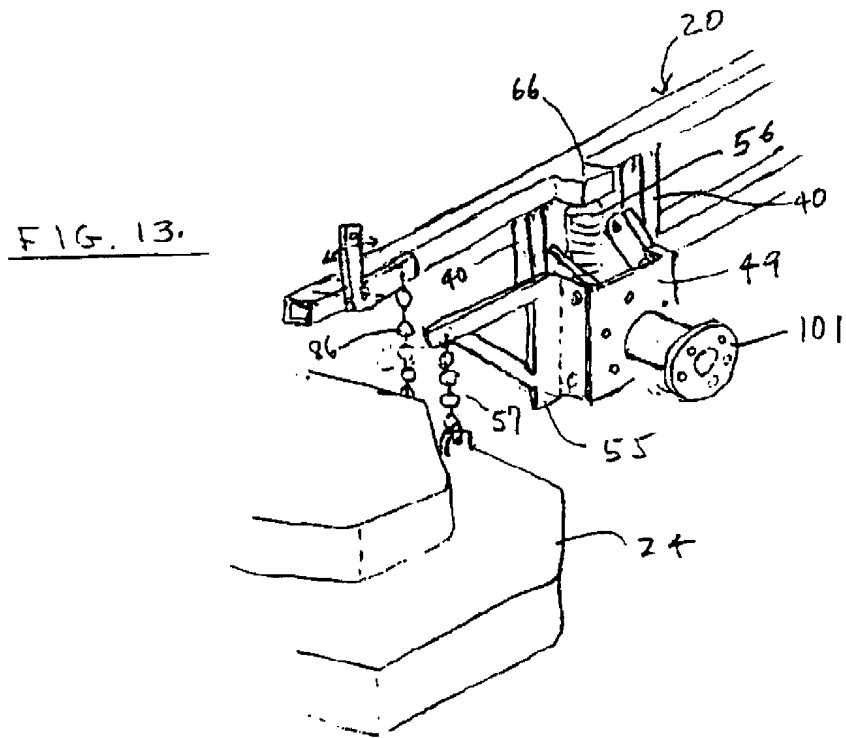
【図11】

FIG. 11

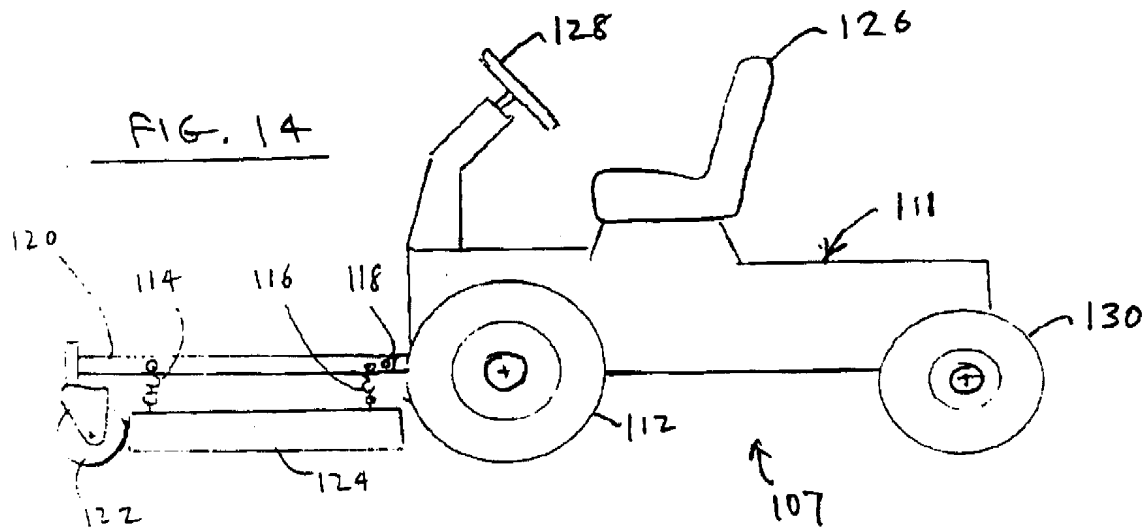
【図12】

FIG. 12

【図 13】



【図 14】



【図15】

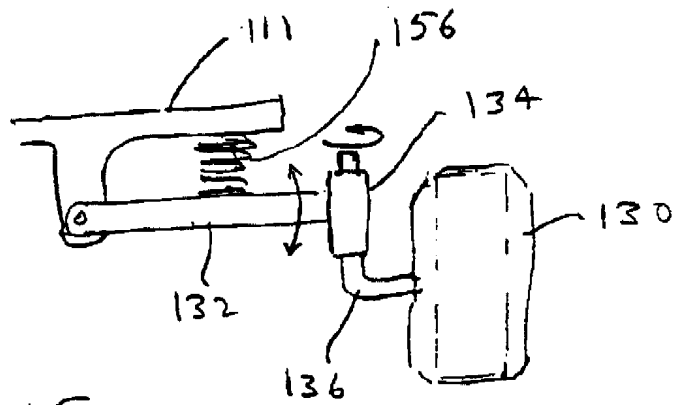
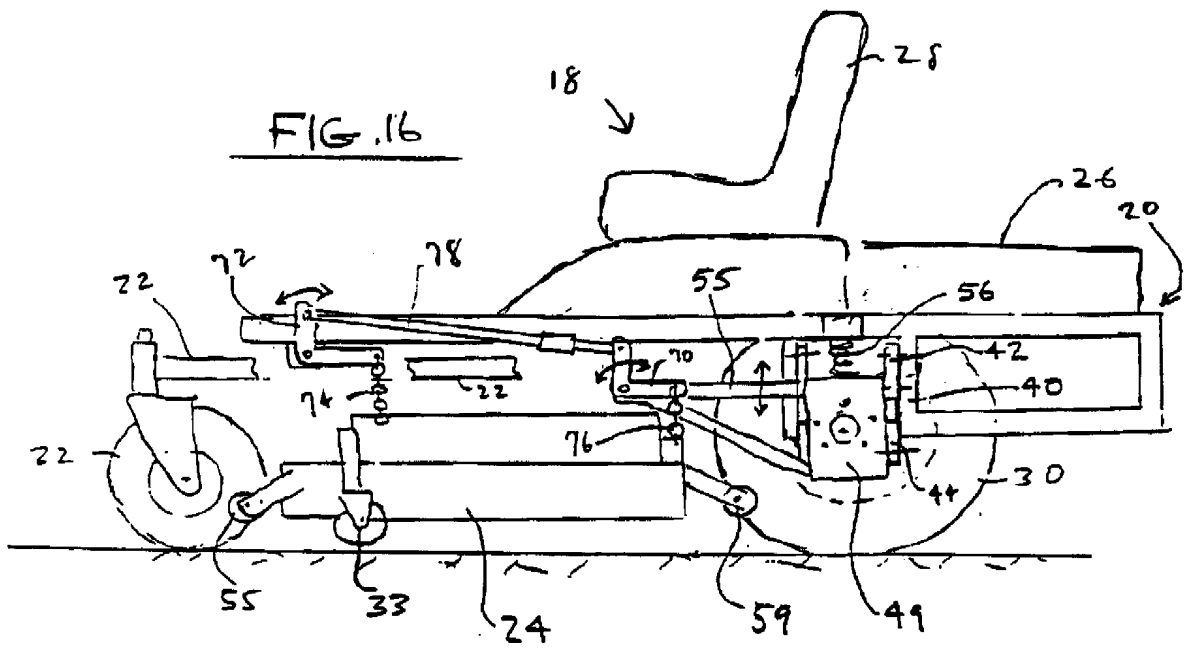
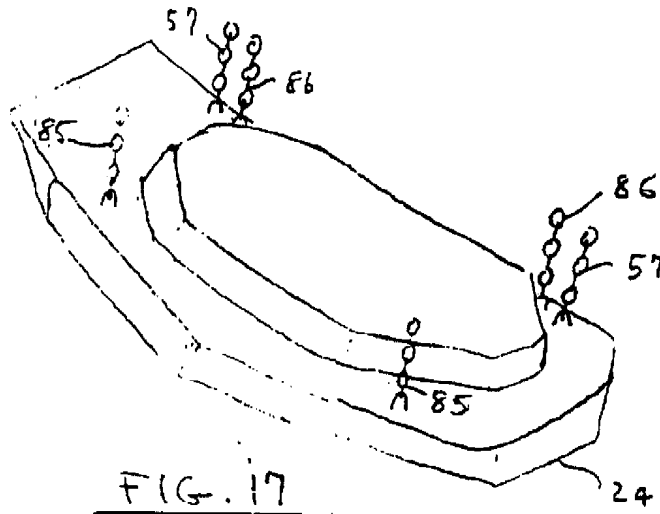


FIG. 15

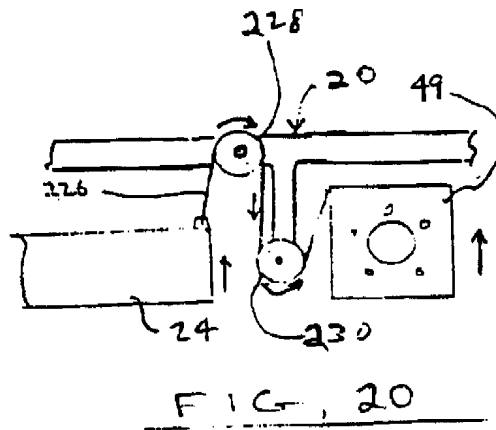
【図16】



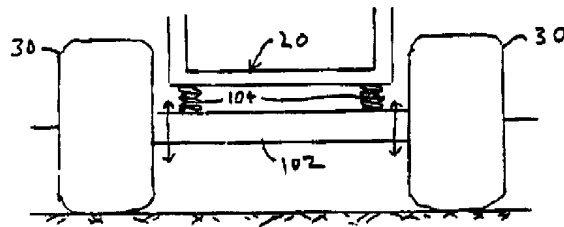
【図17】



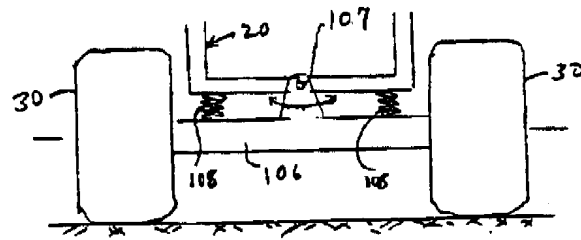
【図20】



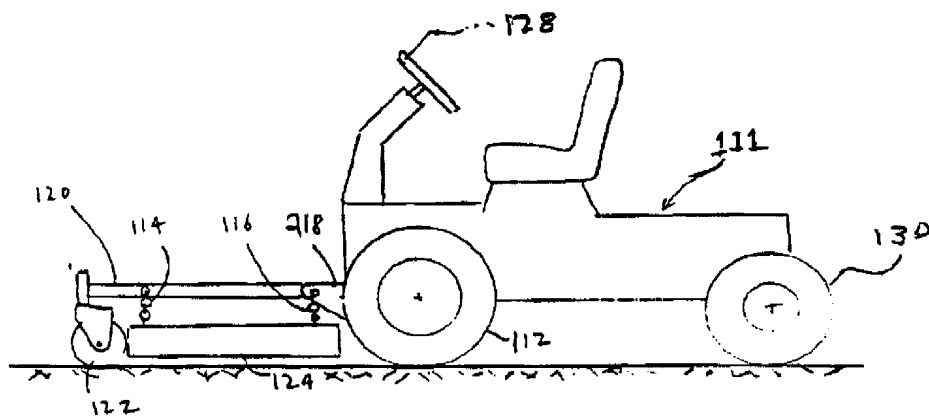
【図18】



【図19】

FIG. 19

【図21】

FIG. 21



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP98/22862

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) :A01D 34/03; B60G 21/00 US CL :56/15.8; 280/124.141, 124.179, 124.136 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 56/15.8; 280/124.141, 124.179, 124.136 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,367,864 A (OGASAWARA ET AL.) 29 NOVEMBER 1994 (29/11/94), Fig. 1, Column 1, Lines 63-65, Column 2, Lines 55-59.	1-5, 10-11, 15-20
Y	US 3,940,161 A (ALLISON) 24 FEBRUARY 1976 (24.02.76), Fig 1.	1-5, 10-11, 17-20
Y	US 5,355,664 A (ZENNER) 18 OCTOBER 1994 (18/10/94), Fig 6.	15-16
A, P	US 5,765,858 A (KAWAGOE ET AL.) 16 JUNE 1998 (16/06/98).	
A	US 5,507,138 A (WRIGHT ET AL.) 16 APRIL 1996 (16/04/96).	
A	US 5,435,591 A (LEE) 25 JULY 1995 (25/07/95).	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" documents referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 DECEMBER 1998		Date of mailing of the international search report 20 JAN 1999
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer: ARPAD FABIAN KOVACS <i>Diane Smith for</i> Telephone No. (703) 308-5897

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.  
 PCT/US98/22862

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5,305,588 A (MINATO ET AL.) 26 APRIL 1994 (26/04/94).	
A	US 5,197,755 A (QUICK) 30 MARCH 1993 (30/03/93).	
A	US 5,129,218 A (YOUNGBERG ET AL.) 14 JULY 1992 (14/07/92).	
A	US 4,957,307 A (GANDIGLIO) 18 SEPTEMBER 1990 (18/09/90).	
A	US 4,301,881 A (GRIFFIN) 24 NOVEMBER 1981 (24/11/81).	
A	US 4,159,613 A (KUNDSON ET AL.) 03 JULY 1979 (03/07/79).	
A	US 2,482,216 A (RUST) 20 SEPTEMBER 1949 (20/09/49).	
A	US 3,913,696 A (KENNEDY ET AL.) 21 OCTOBER 1975 (21/10/75).	
A	US 3,696,594 A (FREIMUTH ET AL.) 10 OCTOBER 1972 (10/10/72).	
A	US 3,159,959 A (MATHEWS) 08 DECEMBER 1964 (08/12/64).	
A	US 3,024,041 A (MARUHN) 06 MARCH 1962 (06/03/62).	
A	US 2,859,578 A (HALL) 11 NOVEMBER 1958 (11/11/58).	
A	US 2,709,881 A (GOSS) 07 JUNE 1955 (07/06/55).	

---

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY,  
DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I  
T, LU, MC, NL, PT, SE), AU, CA, J  
P